

Научная статья

УДК 614.842

doi: 10.34655/bgsha.2022.68.3.014

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Ивченко¹, А.В.Тютин¹, М.А. Козаченко¹, Д.В. Меньшенина², К.Е. Панкин¹

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

²Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области, Саратов, Россия

Автор, ответственный за переписку: Кирилл Евгеньевич Панкин, texmexium@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу эффективности тушения лесных пожаров в хвойных (преобладающая порода – сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., 1753) и лиственных (преобладающая порода – дуб черешчатый, *Quercus robur* L., 1753) лесах Саратовской области с возрастом насаждений 35-100 лет. Для исследования была проанализирована информация о прошедших лесных пожарах и сведения об их тушении в период 2015-2018 гг: время обнаружения, время локализации пожара, площадь лесного пожара на момент обнаружения и при его локализации, а также сведения о качественном и количественном составе привлеченных к тушению сил и средств. Показано, что абсолютное большинство пожаров относится к типу низовых разной степени интенсивности, преимущественно средней. Обнаружено, что скорость тушения низовых пожаров в хвойных лесах, в среднем, в два раза выше, чем в лиственных, 8,9 и 3,8 м/мин, соответственно. Тем не менее, реальная скорость тушения лесных низовых пожаров значительно ниже расчетной производительности группировки лесных пожарных: в хвойных лесах – в 7,2 раза, а в лиственных – в 21 раз. Анализ зависимостей времени тушения лесных пожаров и скорости тушения кромки низовых пожаров от числа привлеченных к этому сил и средств не выявил ни прямой, ни обратной зависимости между ними, что свидетельствует о сложности обстановки при тушении лесных пожаров. К тому же привлечение к тушению пожара сил Государственной противопожарной службы кардинально на скорость тушения пожара не влияет. Рассмотрены причины возникновения расхождений между модельными и реальными параметрами тушения и показано, что обнаруженные расхождения являются следствием характера местности и устройства хвойных и лиственных лесных массивов, затрудняющих доступ пожарных к месту тушения.

Ключевые слова: лесные низовые пожары, тушение лесных низовых пожаров в хвойных и лиственных лесах, эффективность применения сил и средств при тушении лесных пожаров.

FIRE-FIGHTING FORCES EFFICIENCY FOR FOREST GROUND FIRES EXTINCTION IN SARATOV REGION

**Olga A. Ivchenko¹, Aleksander V. Tyutin¹, Maksim A. Kozachenko¹,
Darya V. Menshenina², Kirill E. Pankin¹**

¹Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Ministry of Natural Resources and Environment of the Saratov region, Saratov, Russia

Corresponding author: Kirill E. Pankin, texmexium@mail.ru

Abstract. *The work presents an analysis of wild fires extinguishing efficiency in coniferous (the predominant species is *Pinus sylvestris* L., 1753) and deciduous (the predominant species is *Quercus robur* L., 1753) forests of the Saratov region, with plantings aged 35-100 years old. For the research the information about wild fires and forest firefighting was analyzed for the period from 2015 to 2018 years. This information includes fires detection time and time of their localization, size of the burning area before forest fire extinguishments begun and after their completion. Besides the information about firefighters and amount of the used equipment was found and treated for evaluation of firefighting efficiency. It was found that the greater number out of all wild fires were ground ones mainly of average strength. It was discovered that the rate of ground fires extinguishing in coniferous forests is on average two times higher than in deciduous forests, 8.9 and 3.8 m/min, respectively. However, the actual rate of forest ground fires extinguishing is significantly lower than the calculated one for equipped forest firefighter unit: in coniferous forests by 7.2 times, and in deciduous forests by 21 times less. Analysis of wild firefighting efficiency shows that it is impossible to identify the nature of the relationship between the number of firefighters and used equipment and wild fire extinguishing time. In addition, the municipal firefighting service does not drastically decrease wild fire extinguishing time. This results show that wild fire localization and extinguishing have difficulties due to the features of forest structure of the coniferous and deciduous forests and types of forested area.*

Keywords: forest ground fires, extinguishing of forest ground fires in coniferous and deciduous forests, efficiency of fire-fighting forces for wild fires fighting.

Введение. Тушение лесного пожара является заключительным этапом лесозащитных мероприятий и первым этапом защиты населенных пунктов и промышленных объектов, расположенных в лесной местности, от низовых и верховых пожаров. Тушение лесных пожаров – это совокупность нескольких последовательных и параллельных операций, направленных на прекращение горения лесных горючих материалов (ЛГМ): остановку распространения кромки пожара; локализацию пожара; дотушивание очагов горения, оставшихся внутри зоны пожара; окарауливание (регулярный осмотр лесной площади, пройденной огнем, и тушение в случае возникновения новых очагов пожара) [1-5]. Прекратить горение элементов ландшафта можно двумя основными способами: (1) непосредственным воздействием на зону горения техническими средствами с расходом огнетушащих

составов и без их расхода; (2) ограничить распространение лесного пожара огнезащитными барьерами.

Для реализации вышеперечисленного при тушении лесных пожаров применяются разнообразные технические средства: подручные средства (ветвями лиственных древовидных растений или их пучками), противопожарные хлопушки, лопаты, грабли, ранцевые лесные огнетушители, воздуходувки, лесопожарные мотопомпы, пожарные автоцистерны, пожарные самолеты и вертолеты и т.п. [2-4]. Применение сил и средств тушения пожаров обладает эффективностью, которую можно выразить количественно – скоростью тушения лесного пожара, путем отнесения площади пожара (или длины его кромки) ко времени тушения. Данный параметр можно выразить в единицах га/ч, м/ч, га/мин, м/мин. Так как лесной пожар существует только за счет перемещения зоны

горения с одной территории, покрытой ЛГМ на другую, то понятие площадь лесного пожара весьма условна, т.к. такой параметр, как площадь, лучше описывает ущерб от пожара, т.е. участок леса, пройденный пожаром [1].

Тушение лесных пожаров в России осуществляется силами лесхозов и лесничеств¹. Только при недостаточности сил и средств к тушению привлекаются силы и средства муниципальных образований – волонтеры и сотрудники Государственной противопожарной службы МЧС России. Группировка сил и средств считается эффективной, если обеспечиваемая ею скорость тушения выше скорости развития пожара и время, затрачиваемое на тушение, укладывается в некоторые разумные рамки².

Привлекаемая к тушению пожара группировка обладает как качественными, так и количественными свойствами. Количественные свойства чаще всего характеризуют ее численность, а качественные – типы приемов пожаротушения и средства, используемые для этого. Набор приемов и средств тушения лесных пожаров в настоящее время невелик. Лесные пожарные преимущественно оснащаются ручными средствами тушения – хлопушками, граблями, лопатами, топорами, ранцевыми лесными огнетушителями. Применяются средства малой механизации: воздуходувки лесопожарные, мотопомпы, цепные моторизованные пилы и т.п. [2-4]. Находит применение при тушении лесного пожара и штатное оборудование ГПС МЧС России: пожарные автоцистерны, рукава, стволы и т.п. Пожары в лесных массивах, защищаемых ФБУ «Авиалесохрана»³, тушат с приме-

нием авиационных средств (пожарных самолетов и вертолетов).

Качественные и количественные свойства группировки сил и средств по тушению лесных пожаров выражаются в их производительности – тушению длине кромки низового пожара в единицу времени. Примерные значения производительности при тушении низовых пожаров представлены в [2-4]. Они созданы на основании статистического анализа данных о тушении лесных пожаров за длительный период и на их основании осуществляется планирование количества сил и средств в лесопожарных формированиях общего и специального назначения [6, 7]. В настоящее время разработаны специальные онлайн-калькуляторы для расчета численности группировки сил и средств⁴.

Анализ информации, представленной в [2-4], показывает, что наибольшая производительность соответствует применению механизированных средств. Применение мотопомпы позволяет тушить кромку низового пожара со скоростью 300 м/ч, а пожарная автоцистерна способна тушить пожар со скоростью 1200 м/ч. Высокие скорости тушения связаны с применением высокоэффективного огнетушащего средства – воды. Поэтому эффективность тушения пожара будет в значительной степени зависеть от расположения источника водоснабжения: лесопожарная мотопомпа эффективна в пределах 100 м от водоисточника, а пожарная автоцистерна – 1 км.

Применение ручных средств (противопожарные хлопушки, лопаты, грабли и т.п.) более универсальны и мобильны, не требуют доставки воды и топлива к мес-

¹ Лесной кодекс РФ (Федеральный закон от 4 декабря 2006 года N 200-ФЗ) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047> (дата обращения: 07.02.2022).

² Правила тушения лесных пожаров (приказ МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 08 июля 2014 года N 313). // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208466> (дата обращения: 07.02.2022).

³ ФБУ «АВИАЛЕСОХРАНА» URL: <https://aviales.ru/> (Дата обращения 31.01.2022)

⁴ Расчет сил и средств для тушения лесных пожаров URL: <https://firescience.ru/forces/forces.html> (Дата обращения 01.02.2022).

ту тушения пожара. Тем не менее, их универсальность имеет обратную сторону – пониженную производительность 20-50 м/час [2-4]. По-видимому, эффективность тушения лесных пожаров будет являться наибольшей при определенном сочетании применения ручных и механизированных средств лесного пожаротушения. В связи с вышеизложенным, **целью** настоящей работы является реализация возможностей сил и средств, привлекаемых к тушению лесных пожаров в хвойных и лиственных лесах Саратовской области.

Материалы и методы. Исследования основываются на собранных материалах о тушении лесных пожаров в период 2015-2018 гг. в Правобережной части (Саратовский, Балашовский и Красноармейский районы) Саратовской области, а также сведений о привлеченных к тушению силах и средствах. Данные о тушении лесных пожаров были получены из отдела Управления лесного хозяйства Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области. Производительность группировки сил и средств тушения лесных пожаров вычислялись согласно справочникам тушения лесных пожаров [2-4].

Полученные данные собраны в программе *Excel* (входящей в пакет *Microsoft Office*) и обработаны методами математической статистики.

Результаты и обсуждение. Тушение лесного пожара – это совместное действие сил и средств по прекращению процесса горения лесных горючих материалов. Тушение лесных пожаров осуществляется тремя разными способами: (1) ограничением распространения лесного низового пожара (ЛНП); (2) непосредственным воздействием на кромку ЛНП с применением огнетушащих средств; (3) непосредственным воздействием на кромку ЛНП без применения огнетушащих средств. Для выявления применения того или иного способа тушения ЛНП была проанализирована информация, представленная в протоколах обнаружения и тушения ЛП за 2015-2018 гг., определено время тушения кромки ЛНП, рассчитаны скорости тушения, а также с помощью [2-4] оценена производительность группировки, привлеченной к тушению лесных пожаров. Краткая информация о лесных пожарах, а также силах, привлеченных для их тушения, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о лесных пожарах в Саратовской области за 2015-2018 годы, а также реальная и расчетная производительность группировок сил и средств, привлеченных к тушению

Дата	Тип леса	Вид пожара	Данные протоколов тушения ЛП		Производительность группировки тушения ЛП	
			$t_{\text{тлп}}$, мин	$V^{\text{П}}_{\text{тлп}}$, м/мин	$V^{\text{Р}}_{\text{тлп}}$, м/мин	$\frac{V^{\text{Р}}_{\text{тлп}}}{V^{\text{П}}_{\text{тлп}}}$
Хвойный лес (сосна обыкновенная)						
29.04.2015(Б)	С(37)	НСЛи, НСРи	150	2,35 ^{м/с}	53,00	24,7
10.05.2018(Б)	С(48)	Н	60	5,92	5,00	0,8
11.06.2018(Б)	С(50)	Н	75	4,71	19,67	4,2
12.06.2018(Б)	С(80)	НСРи	60	5,93	16,33	2,8
13.06.2018(Б)	С(80)	НВыИ	100	3,64	10,83	3,0
26.08.2015(К)	С(35)	НВ	365	0,97 ^{м/с}	35,83	36,9
19.09.2015(С)	С	НСРи	65	5,47	14,33	2,6
11.04.2016(Б)	С(50-60)	НСРи	30	11,86	11,33	1,0
23.08.2017(Б)	С	НВыИ	415	0,86	4,50	5,2
07.09.2018(Б)	С(40)	НСРи	50	7,11	13,33	1,9
16.09.2018(Б)	С30	НСРи	76	4,68	11,33	2,4
27.08.2018(С)	С35	НСРи	40	8,89	11,33	1,3
Лиственные леса (дуб черешчатый)						
02.07.2015(К)	Д76	НСРи	150	2,37 ^{м/с}	28,50	12,0
02.07.2015(К)	Д96	НСРи	60	5,93	28,50	4,8
07.08.2015(К)	Д65-96	НСЛи	90	3,95 ^{м/с}	20,67	5,2
09.08.2015(К)	Д40	НСРи	150	2,37 ^{м/с}	39,33	16,6

09.08.2015(К)	Д40	НСрИ	280	1,27 ^{МЧС}	39,33	31,0
13.08.2015(К)	Д90	НСрИ	470	0,75 ^{МЧС}	65,50	87,3
14.08.2015(К)	Д90	НСрИ	180	1,97	35,00	17,8
14.08.2015(К)	Д70	НСрИ	250	1,42	35,00	24,6
14.08.2015(К)	Д80	НСрИ	150	2,37 ^{МЧС}	31,67	13,4
15.08.2015(К)	Д82	НСрИ	160	2,22	32,17	14,5
15.08.2015(К)	Д60	НСрИ	300	1,19	26,67	22,4
15.08.2015(К)	Д60	НСрИ	210	1,69	20,33	12,0
14.10.2015(К)	Д50-70	НСЛи, НБ	248	1,43	21,67	15,2
19.09.2015(С)	Д	НСрИ	115	3,09	14,33	4,6
19.09.2015(С)	Д	НСрИ	300	3,95	14,33	3,6
22.09.2015(С)	Д	НВыИ	85	4,19	65,00	15,5
23.09.2015(С)	Д60	НВыИ	310	1,15	29,17	25,4
24.08.2016(К)	Д88-98	НСиИ	410	0,87	55,50	63,8
26.08.2016(К)	Д80	НСрИ	365	0,97	46,67	48,1
21.09.2017(С)	Д70	Н	90	3,95	18,33	4,6
30.04.2018(С)	Д40	Н	15	23,72	2,50	0,1
14.08.2018(К)	Д80	НСрИ	180	1,97	21,17	10,7
11.09.2018(К)	Д80-100	НВыИ	35	0,81	37,50	46,3
03.09.2018(С)	Д60	НСрИ	130	2,74	12,33	4,5

Примечание: Н – низовой ЛП; НБ – низовой беглый, НВ – низовой, верховой, НСЛи – низовой слабой интенсивности НСрИ – низовой средней интенсивности, НВыИ – низовой высокой интенсивности; индекс МЧС означает привлечение к тушению пожаров сил МЧС России.

Анализ представленных результатов показывает, что скорость тушения лесных пожаров в хвойных лесах выше, чем в лиственных. Оценка средней скорости тушения показала, что в хвойных лесах она составляет 8,9 м/мин, тогда как в лиственных лесах – 3,8 м/мин, т.е. в два раза медленнее. Это обусловлено более сложными условиями тушения пожаров в лиственных лесах. Возможно, связано с наличием подроста (кустарников) в лиственных лесах, затрудняющих перемещение лесных пожарных, снижая производительность тушения кромки низового пожара. Рыхлое строение лесного напочвенного покрова снижает скорость тушения и довольно часто позволяет зонам горения (участкам тления) сохраняться в объеме лесных горючих материалов. Эти зоны по прошествии непродолжительного времени вновь способны сформировать кромку низового пожара. Для борьбы с этим явлением требуется проведение операций окарауливания и дотушивания, отвлекающих часть сил и средств и, тем самым, снижающих эффективность действий лесных пожаров.

Тем не менее, сравнение реальной производительности группировки лесных

пожарных с расчетной показывает наличие серьезных отклонений. Так, скорость тушения в хвойных лесах Правобережной части Саратовской области приблизительно в 7,2 раза ниже расчетной, а в лиственных лесах эта разница составляет, в среднем, 21 раз. Интересно отметить (см. табл. 1), что привлечение штатных сил и средств Государственной противопожарной службы МЧС России к тушению лесных пожаров не ведет к принципиальному ускорению работ по пожаротушению в лесных массивах. Объяснение этому может быть несколько: (1) серьезные изъяны при составлении протокола тушения лесного пожара; (2) часть сил и средств, привлеченных к тушению пожара, не задействуются в тушении и находятся в резерве; (3) условия тушения лесных пожаров далеки от тех, что заложены в данные для расчета.

Рассмотрим каждую причину в отдельности. Вполне возможно, протоколы тушения лесных пожаров содержат ошибки, но тогда наблюдались бы расхождения между всеми реальными и расчетными результатами. Тем не менее, анализ результатов (табл. 1) показывает наличие несколько довольно точных совпадений для

тушения низовых пожаров в хвойных лесах Балашовского (10.05.2018(Б), 11.04.2016(Б)) и Саратовского (27.08.2018(С)) районов с преимущественной породой сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753), где соотношение указанных параметров близко к единице. Интересно отметить, что такое совпадение наблюдается только в случае тушения пожаров в хвойных лесах. Таким образом, информация об ошибочности сведений, вносимых в протокол, не подтверждается. Вторая причина, объясняющая расхождение реальных и расчетных данных, должна подтверждаться наличием прямой зависимости между численностью группировки и временем тушения лесного пожара, а также обратной зависимости между численностью группировки и скоростью тушения кромки лесного низового пожара. Полученные данные (табл. 1) имеют скорее облачный характер, из которых нет возможности сделать однозначный вывод о наличии признаков избыточности привлечения сил и средств к тушению лесных пожаров в Саратовской области. Таким образом, наиболее реальной причиной расхождения реальной и расчетной скоростей тушения лесных пожаров является сложный характер местности и устройство лесных массивов, затрудняющих доступ людей и техники к месту тушения ЛНП и, тем самым, замедляющих действие лесных пожарных.

Заключение. В результате проведенных исследований показано, что в Саратовской области эффективность действий лесных пожарных по тушению низовых пожаров в хвойных лесах, в среднем, в два раза выше, чем в лиственных лесах. Тем не менее, реальная скорость тушения кромки низовых пожаров ниже расчетных значений в 7 и 21 раз для хвойных лесов с преимущественной породой сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753) и лиственных лесов с преимущественной породой дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753) соответственно. Анализ полученных результатов выявил в качестве причины снижения скорости тушения сложный характер местности и

особенности устройства лесного массива, затрудняющих доступ лесных пожарных и техники к месту тушения пожара.

Список источников

1. Валендик Э.Н., Матвеев П.М., Софонов М.А. Крупные лесные пожары. Москва : Наука, 1979. 198 с.
2. Полевой справочник лесного пожарного [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.forestforum.ru/info/fireman.pdf>
3. Справочник добровольного лесного пожарного [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf>
4. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. Москва : Изд-во ВНИИЛМ, 2003. 96 с.
5. Richter T.E. Ground Cover Fire Fighting for Structural Firefighters. Manual. Fire protection publication Oklahoma State University. USA, 2014. 209 p.
6. Шур Ю.З., Доммес В.А., Мельников М.А. и др. О подходе к планированию количества технических средств специализированных лесопожарных формирований // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2015. №1. С. 56-64. EDN: TKVCBB
7. Арцыбашев Е.С. Планирование, организация и техника борьбы с лесными пожарами // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2014. № 3. С. 56-62. EDN: STFUCP

References

1. Valendik Je.N., Matveev P.M., Sofonov M.A. Krupnye lesnye pozhary [Large forest fire]. Moscow. Nauka. 1979. 198 p. (In Russ.)
2. Polevoj spravochnik lesnogo pozharnogo [Wild fireman handbook]. URL : <http://www.forestforum.ru/info/fireman.pdf> (In Russ.) (accessed 01.02.2022).
3. Spravochnik dobrovol'nogo lesnogo pozharnogo [Wild fireman volunteer handbook]. URL : <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf> (In Russ.) (data of application 01.02.2022).
4. Shhetinskij E.A. Sputnik rukovoditelja tushenija lesnyh pozharov. Moscow. VNIILM Publ. 2003. 96 p. (In Russ.)
5. Richter T.E. Ground Cover Fire Fighting for Structural Firefighters. Manual. Fire protection publication Oklahoma State

University. USA. 2014. 209 p.

6. Shur Yu.Z., Dommes V.A., Melnikov M.A. et al. An approach to planning of number of engines for special purpose forest fire-fighting organizations. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*.

2015;1:56-64 (In Russ.)

7. Artsybashev E.S Planning, organization and equipment to combat forest fires. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*. 2014;3:56-62 (In Russ.)

Сведения об авторах

Ольга Александровна Ивченко – ассистент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», факультет инженерии и природообустройства, olgalexan607@mail.ru;

Александр Васильевич Тютин – старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», факультет инженерии и природообустройства, aleksandartiutin@yandex.ru;

Максим Анатольевич Козаченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», факультет инженерии и природообустройства, lesfak-saratov@mail.ru;

Дарья Вячеславовна Меньшенина – специалист Управления лесного хозяйства, mensheninad@bk.ru;

Кирилл Евгеньевич Панкин – кандидат химических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», факультет инженерии и природообустройства.

Information about the authors

Olga A. Ivchenko – assistant, Chair of Safety in technosphere and transport-technology machines, Faculty of Engineering and Environmental Engineering, olgalexan607@mail.ru;

Aleksander V. Tiutin – Senior Lecturer, Chair of Safety in technosphere and transport-technology machines, Faculty of Engineering and Environmental Engineering aleksandartiutin@yandex.ru;

Maksim A. Kozachenko – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Forestry and Landscaping, Faculty of Engineering and Environmental Engineering, lesfak-saratov@mail.ru;

Darya V. Menshenina – specialist, Forestry Department, mensheninad@bk.ru

Kirill E. Pankin – Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Chair of Safety in technosphere and transport-technology machines, Faculty of Engineering and Environmental Engineering.

Статья поступила в редакцию 02.03. 2022; одобрена после рецензирования 29.07.2022; принята к публикации 01.08.2022.

The article was submitted on 02.03.2022; approved after reviewing on 29.07.2022; accepted for publication on 01.08.2022.