

Научная статья

УДК 614.841.3

doi: 10.34655/bgsha.2022.67.2.020

## РЕАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ В ЛИСТВЕННЫХ И ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Ивченко<sup>1</sup>, А.В. Тютин<sup>1</sup>, М.А. Козаченко<sup>1</sup>, Д.В. Меньшенина<sup>2</sup>, К.Е. Панкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

<sup>2</sup>Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области

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

**Аннотация.** Динамика развития лесного пожара является важной составляющей его прогнозирования. Для прогнозирования низовых пожаров используют математическую модель развития пожара, связывающую скорость распространения кромки пожара с породным составом леса, условиями местности и погоды. Исходные данные, изложенные в методических указаниях и справочниках по профилактике и тушению лесных пожаров, содержат сведения, полученные на основании статистической обработки лесных пожаров севера европейской части Российской Федерации. Известно, что пожароопасный период в этом регионе длится всего 2-3 месяца, а класс пожарной опасности по условиям погоды не поднимается выше IV. Климат и погодные условия юга европейской части России в значительной мере отличаются от севера. Пожароопасный период в лесах длится 6-7 месяцев, класс пожарной опасности по условиям погоды может достигать V, а породный состав лесных массивов близок к средней полосе России и ее северной части: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753) и дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753). В связи с этим интересным было определить динамику развития лесных низовых пожаров и сравнить ее со справочными значениями. Для этого был проведен анализ развития лесных низовых пожаров в массивах с преобладающей породой – сосна и дуб, а также выявить влияние погодных условий на динамику лесных пожаров. Показано, что динамика лесных низовых пожаров в хвойных лесах Саратовской области в 2-4 раза выше справочных значений, а в лиственных лесах разница может достигать 5-10 раз.

**Ключевые слова:** мониторинг лесных пожаров, динамика лесных низовых пожаров в хвойных и лиственных лесах, влияние погодных условий на развитие лесного низового пожара.

Original article

## IMPLEMENTATION OF DYNAMIC OPPORTUNITIES OF FOREST GROUND FIRES SPREADING IN THE DECIDUOUS AND CONIFEROUS FORESTS IN THE SARATOV REGION

Olga A. Ivchenko<sup>1</sup>, Aleksander V. Tyutin<sup>1</sup>, Maksim A. Kozachenko<sup>1</sup>, Darya V. Menshenina<sup>2</sup>, Kirill E. Pankin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

<sup>2</sup>Ministry of Natural Resources and Environment of the Saratov region  
Corresponding author: Kirill E. Pankin, texmexium@mail.ru

**Abstract.** *The dynamics of forest fire is an important component of wild fires forecasting and prevention. These days a mathematical model for forecasting wild fires is used. This model was formulated from certain quantitative relationship between wild fire rate and natural conditions (type of forest and landscape, weather conditions, etc.). The initial data for wild fire behaviour calculation can be found in basic manuals for wild fire fighting completed for north of European part of Russian Federation. It is known that wild fire season in this region lasts for 2-3 months only with the fire danger class achieving VI, while fire season in the south of European part is much longer and equals to 6-7 months with the wild fire danger index reaching V. The forest composition of these territories is close to the one of Central Russia and its northern territories and includes such species as commom pine (*Pinus sylvestris* L., 1753) and English oak (*Quercus robur* L., 1753). This indicates fundamentally different weather conditions between the northern and southern parts of the country. In this case it can be interesting to compare the dynamics of wild fires in the Saratov region to northern forests. For this the analysis of wild ground fires growth was performed in the areas with predominant number of pines and oaks. Also, it was necessary to identify influence of weather conditions on wild fire dynamics. It is shown that the dynamics of ground fires in the same types forests of the Saratov region is 2-4 times higher for coniferous forests than the reference values, and in deciduous forests the difference can reach 5-10 times.*

**Keywords:** forest fires monitoring, ground fires dynamics in coniferous and deciduous forests, effect of weather conditions on ground fire spreading.

**Введение.** Распространение любого лесного пожара подчиняется объективным законам природы и воздействию на него внешних факторов. Лесной пожар обладает целым набором характеристик, поддающихся численному выражению и измерению: площадь, длина кромки, скорость распространения в определенном направлении, время подхода к интересующей точке или объекту и т. п. В настоящее время лесные пожары являются объектами внимания со стороны ученых и работников лесного хозяйства, в результате проделанной работы [1-3] были найдены признаки для классификации лесных пожаров по типу, интенсивности и скорости распространения.

Территория Российской Федерации богата лесными ресурсами. Фактически считается, что тайга, берущая свое начало на Скандинавском полуострове, проходящая через всю территорию России, вплоть до Тихого океана, является единым лесным массивом. В ней преобладают хвойные породы деревьев как более устойчивые и приспособленные к суровым погодным условиям, характерным для данной части евразийского континента [4]. По той же причине хвойные леса

распространены и в европейской части России: север преимущественно хвойный, средняя полоса России заселена в большинстве смешанными, а южная часть лиственными лесами [4]. Юго-восток европейской части России из-за преобладания континентального характера климата представляет собой лесостепь, условия произрастания леса в которой недостаточно благоприятны, и поэтому площадь территории, покрытой лесными массивами, составляет всего 7% [5-7]. Активное вовлечение территории региона в сельскохозяйственную деятельность делает актуальным проведение агролесомелиоративных мероприятий, предполагающих создание лесозащитных полос и искусственных лесонасаждений. Для этого применяют наиболее устойчивые и быстрорастущие хвойные и лиственные породы деревьев. На территории Саратова и области хорошо произрастают дуб, клен, ясень, береза, сосна [5-7].

Лесной пожар безразличен к происхождению лесного массива: естественный он или искусственный. Ежегодно на территории области происходят десятки лесных пожаров, большая часть которых классифицируется как низовые, различ-

ной интенсивности. Таким образом, вопрос о прогнозировании их возникновения, развития и возможного от них ущерба является актуальным. Анализ литературы, посвященной исследованию вопросов прогнозирования лесных пожаров, показывает, что ученые сосредотачивают внимание на пирологических процессах в лесных массивах севера европейской части Российской Федерации [8, 9], а также в Сибири [10, 11]. В приказе Рослесхоза № 287 от 05.03.2011<sup>1</sup> и в широкодоступных справочниках [12-15] приводятся сведения о развитии и параметрах лесных пожаров и природной пожарной опасности лесов на примере лесов Архангельской и Вологодской областей. Типы леса, распространённые на юге европейской части РФ, в классификации природной пожарной опасности лесов отсутствуют. Таким образом, особенности лесов юга европейской части РФ не учитываются. Прогнозирование лесопожарной обстановки приходится осуществлять по данным, полученным из других регионов. Тем не менее, открытым остается вопрос об адекватности переноса сведений о пожарах с одного региона на другой. В связи с вышеизложенным целью данной работы явилось выявление возможности реализации динамических характеристик для лесных низовых пожаров, происходящих в лиственных и хвойных лесах Саратовской области.

#### **Условия и методы исследования.**

Для проведения исследования были привлечены данные о лесных пожарах в наиболее богатых лесами районах Саратовской области (Балашовском, Красноармейском и Саратовском). Были собраны и обработаны официальные сообщения о лесных пожарах (предоставленные Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области) за период 2015-2018 гг. на предмет времени обнаружения пожара, его площади на момент

обнаружения, сведения о времени локализации пожара и площади на момент локализации за период 2015-2018 гг. Для выявления влияния внешних факторов на скорость распространения лесного пожара были привлечены сведения о погодных условиях (по данным Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»), а сведения о комплексном показателе пожарной опасности (по влажности напочвенного покрова) были получены из Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области. Вычисления проводились в программе *Microsoft Excel*, входящей в пакет *Microsoft Office*.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В качестве объектов исследования были выбраны наиболее богатые лесными массивами районы Саратовской области: Балашовский, Красноармейский и Саратовский, расположенные на наиболее богатой лесами Правобережной части (на правом берегу р. Волги).

В исследуемых лесных массивах естественного происхождения преобладает дуб, в лесных культурах – сосна [5-7]. Для проведения сравнительных исследований были выбраны аналогичные типы лесных массивов: сосняки и дубняки, которые формируют аналогичные напочвенные покровы – лесные горючие материалы (ЛГМ). Кроме этого, в некоторой мере совпадает влияние погодных условий на тип лесного низового пожара: устойчивый и беглый. Беглые пожары в регионе происходят весной – в первую половину пожароопасного периода (апрель-май), а устойчивые низовые пожары происходят во второй половине (июль-сентябрь).

Согласно справочным данным [13], развитие лесного пожара (скорость распространения кромки лесного пожара) при II классе пожарной опасности леса и II классе пожарной опасности по услови-

<sup>1</sup> Приказ от 05 июля 2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12189021/paragraph/1/doclist/1404/showentries/0/highlight/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20287:2> Дата обращения 15 сентября 2015 г.

ям погоды в сосняках по фронту, флагу и тылу составляет 20-60, 10 и 5 м/ч, соответственно, а при III классе пожарной опасности по условиям погоды аналогичные параметры составляют 20-140, 10-30 и 10-15 м/ч. В лиственных лесах, заселенных дубами, скорость распространения кромки лесного пожара составляет при II классе пожарной опасности леса и II классе пожарной опасности по условиям погоды в сосняках по фронту, флагу и тылу 20-60, 10 и 5 м/ч соответственно, а при III классе пожарной опасности по условиям погоды аналогичные параметры составляют 20-140, 10-30 и 10-15 м/ч. При этом минимальные скорости распространения пожара наблюдаются при скоростях ветра до 2 м/с, а максимальные – при скорости выше 4-6 м/с.

На основе анализа официальных данных о лесных пожарах были выявлены их динамические характеристики в хвойных и лиственных лесах и лесных культурах, а также произведено их сравнение с дан-

ными погодных условий и уровнями пожарной опасности в лесах (КППО). Полученная информация представлена в таблице 1. Анализ представленной информации показывает, что абсолютное большинство лесных пожаров относится к низовому типу, средней интенсивности как в лиственных (дуб, 40-100 лет), так и в хвойных лесах (сосна, 35-80 лет). Согласно [12], лесные низовые пожары (ЛНП) по своей интенсивности различаются на: слабый (скорость не превышает 1 м/мин, высота до 0,5 м); средний (скорость от 1 м/мин до 3 м/мин, высота до 1,5 м); сильный (скорость более 3 м/мин, высота больше 1,5 м). Однако, как показано в таблице 1, отдельные ЛНП, классифицируемые как высокоинтенсивные, имеют скорость распространения ниже, чем пожары средней и слабой интенсивности. Тем не менее, анализ погодных условий показывает, что интенсивность пожара определяется работниками лесного хозяйства весьма приблизительно.

**Таблица 1** – Сведения о динамике ЛНП и погодных условиях в Балашовском, Красноармейской и Саратовском районах Саратовской области в период 2015-2018 гг.

Дата (район)	Преобладающая порода	Вид лесного пожара	$V_{лп}$ , м/мин	$V_{в}$ , м/с	КППО	Класс
<b>Хвойные насаждения</b>						
29.04.2015(Б)	С37	НСЛИ, НСрИ	7,3	2,8	3120	3
10.05.2018(Б)	С48	Н	9,9	5,5	5666	4
11.06.2018(Б)	С50	Н	5,3	1,4	7902	4
12.06.2018(Б)	С80	НСрИ	10,8	2,1	8315	4
13.06.2018(Б)	С80	НВыИ	8,4	2,1	8394	4
26.08.2015(К)	С35	НВ	4,7	2,1 (15)	12713	5
19.09.2015(С)	С	НСрИ	4,6	4,0 (20)	15771	5
11.04.2016(Б)	С50-60	НСрИ	15,0	3,8	1526	3
23.08.2017(Б)	С	НВыИ	1,1	2,7 (10)	15196	5
07.09.2018(Б)	С40	НСрИ	12,9	2,0	26068	5
16.09.2018(Б)	С30	НСрИ	8,2	2,8	31337	5
27.08.2018(С)	С35	НСрИ	7,8	1	24420	5
<b>Лиственные насаждения</b>						
02.07.2015(К)	Д76	НСрИ	16,0	3,3 (15)	7000	4
02.07.2015(К)	Д96	НСрИ	43,2	3,3 (15)	7000	4
07.08.2015(К)	Д65-96	НСЛИ	3,1	2,3	12382	5
09.08.2015(К)	Д40	НСрИ	14,3	8	13264	5
09.08.2015(К)	Д40	НСрИ	7,1	8	13264	5
13.08.2015(К)	Д90	НСрИ	6,4	8 (20)	15478	5
14.08.2015(К)	Д90	НСрИ	18,4	6 (20)	16737	5
14.08.2015(К)	Д70	НСрИ	14,3	6 (20)	16737	5

14.08.2015(К)	Д80	НСрИ	26,5	6 (20)	16737	5
15.08.2015(К)	Д82	НСрИ	26,2	4 (20)	14993	5
15.08.2015(К)	Д60	НСрИ	61,1	4 (20)	14993	5
15.08.2015(К)	Д60	НСрИ	16,6	4 (20)	14993	5
14.10.2015(К)	Д50-70	НСЛИ,НБ	4,7	6	132	1
19.09.2015(С)	Д	НСрИ	16,2	4 (20)	15484	5
19.09.2015(С)	Д	НСрИ	16,5	4 (20)	15484	5
22.09.2015(С)	Д	НВыИ	18,8	2 (8)	17961	5
23.09.2015(С)	Д60	НВыИ	5,1	2	18833	5
24.08.2016(К)	Д88-98	НСИИ	1,2	3 (20)	17477	5
26.08.2016(К)	Д80	НСрИ	2,6	2 (10)	18390	5
21.09.2017(С)	Д70	Н	12,8	2 (15)	12985	5
30.04.2018(С)	Д40	Н	110,6	3	587	2
14.08.2018(К)	Д80	НСрИ	1,1	2 (10)	7877	4
11.09.2018(К)	Д80-100	НВыИ	23,8	3 (15)	22592	5
03.09.2018(С)	Д60	НСрИ	6,1	2	28425	5

Примечание: Н – низовой ЛП; НБ – низовой беглый, НВ – низовой, верховой, НСЛИ – низовой слабой интенсивности НСрИ – низовой средней интенсивности, НВыИ – низовой высокой интенсивности; КППО – комплексный показатель пожарной опасности, рассчитанный по влажности напочвенного покрова; Д – дуб, С – сосна

Отмечается, что распространение ЛНП в хвойных лесных массивах с преобладающей породой сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L., 1753*) наблюдается при III, IV и V классах пожарной опасности, в то время как для лиственных лесов с преобладающей породой дуб черешчатый (*Quercus robur L., 1753*) пожары распространяются преимущественно при IV и V классах. Отдельные примеры возникновения ЛНП при более низких классах пожарной опасности в лиственных лесах общую картину существенно не изменяют. Для сравнения, согласно справочнику [14], пожары в хвойных и лиственных лесах реализуются при II-IV классах пожарной опасности.

Природные и погодные условия, скла-

дывающиеся на севере европейской части Российской Федерации, согласно [14], позволяют развиваться ЛНП в лесных массивах, заселенных соснами, со скоростью 45-85 м/ч при II классе пожарной опасности по условиям погоды. При III, IV классах скорость распространения находится в пределах 50-220 метров кромки ЛНП в час. Сравнимые величины дают прогноз на развитие пожара в лиственных лесах, заселенных дубом, 55-85 м/ч при II классе и 85-220 м/ч при III, IV классах.

Была проведена оценка скорости распространения ЛНП в хвойных (*Pinus sylvestris L., 1753*) и лиственных (*Quercus robur L., 1753*) лесах. Результаты такой оценки представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Результаты оценки скоростей распространения ЛНП в хвойных (сосна) и лиственных (дуб) лесных массивах Саратовской области: Балашовский, Красноармейский и Саратовский районы

Класс ПО* УП	Тип ЛМ	Класс ПО* типов леса	V <sub>лп</sub> , м/ч
III	Сосна	I	4-900
IV	Сосна	I	320-650
V	Сосна	I	70-780
IV	Дуб	II,III	70-2600
V	Дуб	II,III	70-3700

ПО – пожарной опасности

Анализ полученных результатов показывает, что динамика ЛНП в Саратовской

области в хвойных и лиственных лесах находится в более широком диапазоне,

чем это характерно для лесов севера европейской части России. В регионе скорость развития ЛНП в хвойных лесах (сосна) в 2-4 раза выше, чем указано в [15], а в лиственных лесах (дуб) это превышение может достигать 12 раз (2600 против 220). Интересно отметить, что в сосновых лесах класс пожарной опасности по условиям погоды не оказывает серьезного влияния на скорость распространения пожара, т. к. средним диапазоном скоростей является 100-700 м/ч. В лиственных лесах различие в динамике ЛНП наблюдается более отчетливо. Так, для V класса скорость распространения кромки возрастает до 3500 м/ч, когда как для IV скорость составляет 2500 м/ч. Нижний предел наблюдаемых скоростей, по-видимому, находится в пределах 70-100 м/ч.

**Заключение.** В результате проведенной работы была численно оценена динамика лесных низовых пожаров, произошедших в хвойных лесах с преобладающей породой сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L., 1753*) и лиственных лесах – дуб черешчатый (*Quercus robur L., 1753*) Саратовской области: Балашовский, Красноармейский и Саратовский районы. Показано, что лесные пожары возникают и распространяются преимущественно при III-V классах пожарной опасности по условиям погоды в хвойных (сосна) лесах и при IV-V для лиственных (дуб) лесов. Динамика распространения ЛНП лежит в пределах 100-700 м/ч для сосновых лесов, а для лиственных лесов составляет 100-3500 м/ч. Динамика ЛНП в Саратовской области в 2-4 раза выше для хвойных лесов и в 4-12 раз выше в лиственных лесах в сравнении со сведениями, представленными в общедоступных справочниках по прогнозированию лесных пожаров.

#### Список источников

1. Валендик Э.Н., Матвеев П.М., Софонов М.А. Крупные лесные пожары Москва : Наука, 1979. 198 с.
2. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы. Москва : Дэк-

Пресс, 2004. 278 с.

3. Predicting, Monitoring, and Assessing Forest Fire Dangers and Risks, IGI Global Publisher. 2020. 417 p.

4. Леса России / под общ. ред. А.И. Уткина и др. Москва : Большая Российская энциклопедия, 1995. 446 с.

5. Рязанов Р.И., Кабанов С.В. Старовозрастные сосняки юга Приволжской возвышенности: фитоценотический состав и структурные особенности : монография. Саратов: Волгапромстройбезопасность, 2012. 182 с.

6. Самсонова А.М., Кабанов С.В., Самсонов Е.В. Возрастная структура древостоев нагорных низкоствольных дубрав красноармейского лесничества саратовской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 7 (117). С. 65-70.

7. Попов Г.Н., Семенова Н.Ю., Смирнова Е.Б. и др. Почвоулучшающая роль пойменных лесов Балашовского Прихопёрья // Вестник Брянского государственного университета. 2011. № 4. С. 250-253.

8. 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. № 2. С. 56-73.

9. Шур Ю.З., Степченко А.А., Горовая Е.Н. и др. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2019. №3. С.72-87.

10. Голдаммер Й.Г., Ерицов А.М., Кисляхов Е.К. Необходимость разработки практических и научно обоснованных решений для лесного хозяйства и пожароуправления в Российской Федерации // Сибирский лесной журнал. 2017. № 5. С.114-124.

11. Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесу: усовершенствованная методика составления // Сибирский лесной журнал. 2017. № 2. С. 52-61.

12. Полевой справочник лесного пожарного. URL: <http://www.forestforum.ru/info/fireman.pdf>

13. Справочник добровольного лесного пожарного. URL: <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf>

14. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. Москва : Изд-во ВНИИЛМ, 2003. 96 с.

15. Richter T.E. Ground Cover Fire Fighting for Structural Firefighters. Manual. Fire protection publication Oklahoma State University. USA. 2014. 209 p.

### References

1. Valendik Je.N., Matveev P.M., Sofonov M.A. Krupnye lesnye pozhary [Large forest fires]. Moscow. Nauka. 1979. 198 p. (In Russ.)

2. Vorobev Ju.L., Akimov V.A., Sokolov Ju.I. Lesnye pozhary na territorii Rossii: Sostojanie i problem [Forest fires in Russia: State and problems.]. Moscow. Djeks-Press, 2004. 278 p. (In Russ.)

3. Predicting, Monitoring, and Assessing Forest Fire Dangers and Risks, IGI Global Publisher, 2020 417 p. doi: 10.4018/978-1-7998-1867-0

4. Lesa Rossii [Forests of Russia]. Ed. by A.I. Utkina and others. Moscow. Great Russian Encyclopedia. 1995. 446 p. (In Russ.)

5. Ryazapov R.I., Kabanov S.V. Starovozrastnye sosnjaki juga Privolzhskoj vozvyshechnosti: fitocenoticheskiy sostav i strukturnye osobennosti: monografija [Old-growth pine forests in the south of the Volga Upland: phytocenotic composition and structural features]. Saratov. 2012. 182 p. (In Russ.)

6. Samsonova A.M., Kabanov S.V., Samsonov E.V. Age structure of tree stands of upland low-stemmed oak-groves of the Krasnoarmeyskoye forest district of the Saratov region. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014;7(117):65-70 (In Russ.)

7. Popov G.N., Semenova N.Yu., Smirnova E.B. et al. Soil-improving role of inundated woods

Balashovsky Prihoperiya. *Bulletin of the Bryansk State University*. 2011;4:250-253 (In Russ.)

8. Gusev V.G., Artsybashev E.S. Researches Saint-Petersburg Forestry Research Institute in the field of protection of forests from fires. *Proc. of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*. 2014;2:56-73 (In Russ.)

9. Shur Yu.Z., Stepchenko A.A., Gorovaya E.N. et al. Regional weather forest fire danger scales. *Proc. of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*. 2019;3:72-87 (In Russ.)

10. Goldammer J.G., Eritsov A.M., Kisilyahov E.K. The need for development of pragmatic and science-based solutions for forest management and fire management for Russian Federation. *Siberian Forest Journal*. 2017;5:114-124 (In Russ.)

11. Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. Regional scales for assessing fire danger in the forest: an improved methodology for compiling. *Siberian Forestry Journal*. 2017; 2:52-61 (In Russ.)

12. Polevoj spravochnik lesnogo pozharnogo [Wild fireman handbook]. URL: <http://www.forestforum.ru/info/fireman.pdf> (In Russ.). Date of application 01.02.2022.

13. Spravochnik dobrovolnogo lesnogo pozharnogo [Wild fireman volunteer handbook]. URL: <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf> (In Russ.) Date of application 01.02.2022.

14. Shhetinskij E.A. Sputnik rukovoditelja tushenija lesnyh pozharov []. Moscow. Izd-vo VNIILM. 2003. 96 p. (In Russ.)

15. Richter T.E. Ground Cover Fire Fighting for Structural Firefighters. Manual. *Fire protection publication Oklahoma State University*. USA, 2014. 209 p.

### Сведения об авторах

**Ольга Александровна Ивченко** – ассистент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», факультет инженерии и природообустройства, [olgalexan607@mail.ru](mailto:olgalexan607@mail.ru);

**Александр Васильевич Тютин** – старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», факультет инженерии и природообустройства, [aleksandartiutin@yandex.ru](mailto:aleksandartiutin@yandex.ru);

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

**Дарья Вячеславовна Меньшенина** – специалист Управления лесного хозяйства, [mensheninad@bk.ru](mailto: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 of the Department of Safety in technosphere and transport-technology machines, Faculty of Engineering and Environmental Engineering, [olgalexan607@mail.ru](mailto:olgalexan607@mail.ru);

**Aleksander V. Tyutin** – Senior Lecturer of the Department of Safety in technosphere and transport-technology machines, Faculty of Engineering and Environmental Engineering [aleksandartiutin@yandex.ru](mailto:aleksandartiutin@yandex.ru);

**Maksim A. Kozachenko** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of Department of Forestry and Landscaping, Faculty of Engineering and Environmental Engineering, [lesfak-saratov@mail.ru](mailto:lesfak-saratov@mail.ru);

**Darya V. Menshenina** – specialist, Forestry Department, [mensheninad@bk.ru](mailto:mensheninad@bk.ru)

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

Статья поступила в редакцию 02.03. 2022; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 18.05.2022.

The article was submitted on 02.03.2022; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 18.05.2022.