

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2021. № 3(64). С. 125–132.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2021;3(64):125–132.

Научная статья

УДК 630(075.8)

doi: 10.34655/bgsha.2021.64.3.016

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ СИТУАЦИИ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ НА ПРИМЕРЕ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Василий Владимирович Филоненко¹ Николай Васильевич Выводцев²,

^{1,2}Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия

²4193@pnu.edu.ru

Аннотация. В статье анализируются данные о лесных пожарах в Дальневосточном федеральном округе. Отмечается, что большая часть площадей региона (492380,3 тыс. га) относится к зоне лесоавиационных работ. Из этой площади 119298,0 тыс. га входит в зону площадей активного тушения с применением авиационных сил и средств, а другая часть относится к зоне контроля лесных площадей. Из этого распределения следует, что лесопожарное зонирование земель лесного фонда ДФО ориентировано на хорошо организованную авиационную охрану лесов от пожаров. Статистические данные указывают, что за последние 40 лет их количество имеет устойчивую тенденцию к увеличению как по количеству пожаров, так и по площади. Одной из причин, повлиявших на увеличение горимости лесов, рассматривалась реорганизация авиационной охраны лесов от пожаров в масштабах страны. Реорганизация привела к созданию лесопожарных служб в субъектах федерации. Региональные службы не смогли в полном объеме финансировать парашютно-десантные подразделения (ПДП). Высокая стоимость их содержания отразилась на численности. Они сократились в 2 раза. Переход от централизованной формы управления повлек снижение периодичности авиационного патрулирования. Как следствие, повысилась горимость лесов в регионе. Например, в Еврейской автономной области их количество выросло в 2,5 раза, увеличилась средняя площадь пожара. Для прогнозных оценок составлена регрессионная модель, описывающая развитие лесопожарной ситуации в области в зависимости от средней стоимости летного часа воздушного судна. Варьируя средней стоимостью летного часа воздушного судна на повышение, наблюдали увеличение средней площади пожара, в другом случае (на понижение) – уменьшение средней площади пожара. Возникла парадоксальная ситуация: чем ниже стоимость летного часа, тем меньше средняя площадь пожара и наоборот. Компромисс, видимо, находится в привлечении новой техники и технологий обнаружения и тушения лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные пожары, пожарная опасность, горимость лесов, мониторинг и тушение пожаров, пирологическая ситуация, авиационные средства.

SIMULATION OF A FIRE SITUATION IN THE FOREST RESOURCES ON THE EXAMPLE OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

Vasily V. Filonenko¹, Nikolay V. Vyvodtsev²

^{1,2} Pacific National University, Khabarovsk, Russia

²004193@pnu.edu.ru

Abstract. The article analyzes data on forest fires in the Far Eastern Federal District. It is noted that most of the area of the region (492380.3 thousand hectares) belongs to the zone of forest aviation works. Of this area, 119,298.0 thousand ha is included in the zone of areas of active extinguishing with the use of aviation forces and means, and the other part belongs to the zone of control of forest areas. From this distribution, it follows that the forest fire zoning of the lands of the forest fund of the Far Eastern Federal District is focused on well-organized aviation protection of forests from fires. Statistics indicate that over the past 40 years, their number has a steady tendency to increase, both in the number of fires and in the area. One of the reasons that influenced the increase in forest burnability was the reorganization of aviation protection of forests from fires on a national scale. The reorganization led to the creation of forest fire services in the federal subjects. The regional services were unable to fully fund the paratrooper units (paratroopers). The high cost of their upkeep has affected their numbers. They were reduced by 2 times. The transition from a centralized form of management led to a decrease in the frequency of aviation patrols. As a result, the burning of forests in the region has increased. For example, in the Jewish Autonomous Region, their number increased by 2.5 times, and the average fire area increased. A regression model describing the development of the forest fire situation in the region, depending on the average cost of an aircraft flight hour, is used for predictive estimates. Varying the average cost of an aircraft flight hour to increase, an increase in the average fire area was observed, in another case (to decrease) – a decrease in the average fire area. A paradoxical situation arose: the lower the cost of a flight hour, the smaller the average fire area, and vice versa. The compromise, apparently, is to attract new equipment and technologies for detecting and extinguishing forest fires.

Keywords: forest fires, fire danger, forest burning, fire monitoring and extinguishing, psychological situation, aviation equipment.

Введение. Статистические данные о лесных пожарах в Дальневосточном федеральном округе (далее ДФО) свидетельствуют, что за последние 40 лет их количество имеет устойчивую тенденцию увеличения как по количеству пожаров, так и по площади [1-3, 5-8]. Общая площадь земель лесного фонда ДФО составляет 496589,0 тыс. га. Она разделена на зону наземного обнаружения и тушения пожаров (4208,7 тыс. га) и зону лесоавиационных работ (далее ЛАР) – 492380,3 тыс. га. Из общей площади зоны ЛАР площадь районов активного тушения с применением авиационных сил и средств составляет 119298,0 тыс. га (24,2 %). Остальная площадь – 373082,3 тыс. га (76,8 %) зоны ЛАР – является зоной контроля лесных пожаров (далее ЗК). Из этого распределения следует, что лесопожарное зониро-

вание земель лесного фонда ДФО ориентировано на хорошо организованную авиационную охрану лесов от пожаров. В этой связи встает вопрос: почему происходит рост количества пожаров и их площадей в некоторых субъектах федерации. Эта проблема рассмотрена на примере Еврейской автономной области (далее ЕАО).

Условия и методы исследований. Объектом исследования являлся лесной фонд ЕАО, а также факторы, влияющие на горимость лесов ЕАО.

Земли лесного фонда ЕАО составляют более 58% (2108,0 тыс. га) общей площади территории области (3627,1 тыс. га). Зона лесоавиационных работ по охране лесов от пожаров составляет 94,2% (1984,7 тыс. га), наземная зона – 5,8% соответственно (123,3 тыс. га) (табл. 1).

Таблица 1 – Лесопожарное зонирование земель лесного фонда ЕАО

Общая площадь земель лесного фонда, по данным государственного лесного реестра, тыс. га	Зона охраны лесов от пожаров			
	зона наземного обнаружения и тушения, тыс. га	Зона лесоавиационных работ		
		зона авиационного обнаружения и наземного тушения, тыс. га	зона авиационного обнаружения и тушения, тыс. га	зона исключительного обнаружения с помощью космических средств и преимущественно авиационного тушения, тыс. га
2108,0	123,3	239,1	1745,6	0
100	5,8	11,4	82,8	0

Анализ данных горимости лесов на землях лесного фонда ЕАО проводился начиная с 1980 года по 2019 год включительно. Информация о пожарах обработана методами математической статистики, привлекая парный и множественный регрессионный анализ. Дополнительно использовались статистические данные фе-

деральной службы государственной статистики по прогнозу уровня инфляции [4].

Сведения о расходах на авиационные услуги взяты из годовых отчётов ОГАУ «Лесоохрана ЕАО», средняя стоимость лётного часа воздушного судна представлена КГСАУ «ДВ авиабаза» (табл. 2).

Таблица 2 – Расходы на авиационные услуги в ЕАО

Год	Средняя площадь пожара, га	Расходы на авиац. услуги тыс. руб.	Средняя стоимость лётного часа воздушного судна, тыс. руб.
2010	140,05	6437,50	62,77
2011	95,45	6013,30	56,60
2012	23,24	5839,20	61,28
2013	188,12	4074,60	63,64
2014	102,97	5854,60	64,60
2015	265,26	1445,40	68,22
2016	234,02	1947,60	73,50
2017	751,56	2640,00	77,44
2018	946,26	2761,00	83,98
2019	960,14	1776,50	95,38

Результаты исследования и их обсуждение. С 1980 г. в Еврейской автономной области количество пожаров и

пройденная огнем площадь имеют устойчивую тенденцию к увеличению (рис. 1, рис. 2).

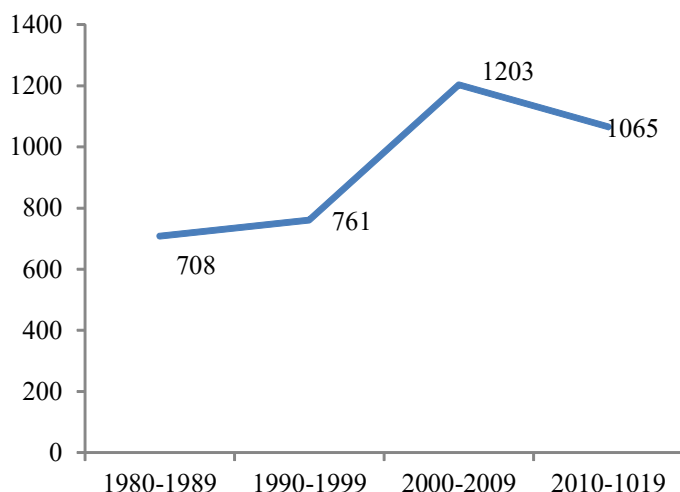


Рисунок 1. Динамика количества пожаров в лесном фонде в ЕАО по десятилетиям, шт.

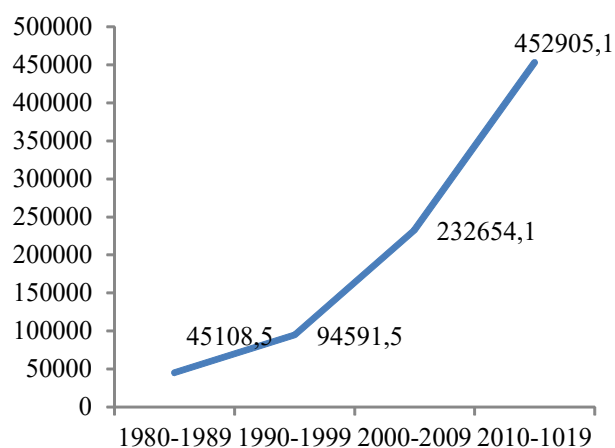


Рисунок 2. Динамика общей площади, пройденной огнём в лесном фонде ЕАО, по десятилетиям, га

Соответственно, произошло значительное увеличение средней площади од-

ного пожара (табл. 3). Встает вопрос: за счет чего произошло это увеличение?

Таблица 3 – Горимость лесного фонда ЕАО за 1980-2019 годы

Годы	Количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га	Средняя площадь одного пожара, га
1980-1989	708	45108,5	63,8
1990-1999	761	94591,5	124,3
2000-2009	1203	232654,1	193,4
2010-2019	1065	452905,1	425,3

Количество возникших лесных пожаров в районе применения авиационных сил и средств (АСС) в среднем состави-

ло 106,5 шт. в год, или 52 %, а пройденная пожарами площадь – 45290,46, или 95,6% (табл. 4).

Таблица 4 – Средние показатели горимости лесного фонда ЕАО за 2010-2019 гг.

Пожароопасные сезоны за период с 2010 по 2019 г.	Возникло пожаров на обслуживаемой территории за период с 2010 по 2019 г.		
	количество, шт/год	площадь после ликвидации пожара, га	
		общая	в т. ч. покрытая лесом
Ср. значение	106,5	45290,46	17239,54
в т. ч. в зоне АСС	55,4	43294,14	16564,87
% в зоне АСС от ср. значения	52,0	95,6	96,1

По нашему мнению, на рост количества пожаров и их площади, кроме природных факторов, повлияло изменение системы управления авиационной охраной лесов от пожаров в стране. С принятием Лесного кодекса РФ была упразднена федеральная служба авиационной охраны лесов ФГУ «Авиалесоохрана», а полномочия по охране лесов от пожаров переданы субъектам РФ. В Еврейской

автономной области была создана ОГАУ «Лесоохрана ЕАО». Реорганизация повлияла на финансирование парашютно-десантной службы (ПДПС). Высокая стоимость содержания отразилась на ее численности. Она сократилась в 2 раза. Соответственно, налёт часов на выполнение работ снизился втрое, а авиационная доставка авиапожарной службы к местам тушения практически прекратилась (рис. 3).

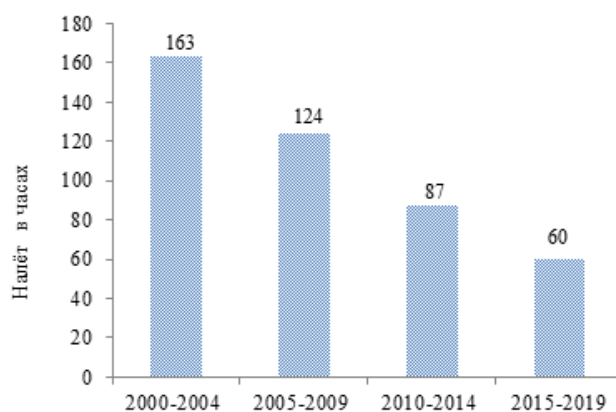


Рисунок 3. Среднегодовой налёт на авиалесоохранные работы по пятилетним периодам

Снижение налёта часов на авиалесоохранные работы повлекло снижение периодичности авиационного патрулирования (табл. 5). Полеты выполнялись в том

объёме, на какой были выделены финансовые средства, за исключением одного года.

Таблица 5 – Выполнение кратностей авиапатрулирования лесов ЕАО в 2010-2019 гг.

Год	Средние кратности			% выполнения от расчетной	% выполнения от назначенной
	расчетная	назначенная	фактическая		
2010	0,86	0,39	0,39	0,45	100
2011	0,75	0,25	0,25	0,33	100
2012	0,74	0,24	0,24	0,32	100
2013	0,74	0,17	0,17	0,23	100
2014	0,87	0,35	0,35	0,40	100
2015	0,84	0,05	0,05	0,06	100
2016	0,79	0,46	0,16	0,20	34,8
2017	0,71	0,22	0,22	0,31	100
2018	0,83	0,19	0,19	0,23	100
2019	0,71	0,13	0,13	0,18	100

Как следствие, снижение кратности авиапатрулирования привело к уменьше-

нию процента обнаруженных пожаров (рис. 4).

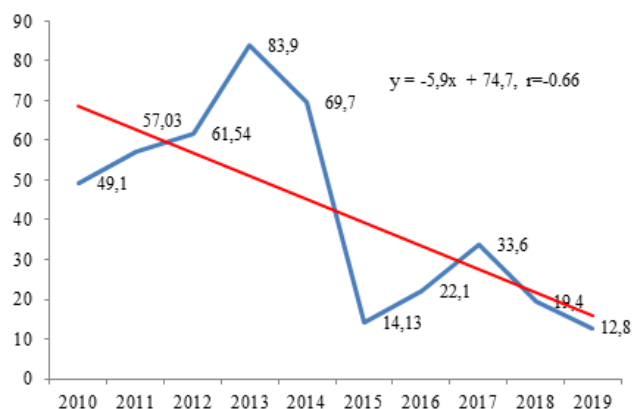


Рисунок 4. Процент обнаруженных авиацией пожаров от общего количества в период 2010-2019 гг.

Для понимания происходящих процессов значения процентов описаны линейной регрессией. Судя по параметру b , ежегодно процент обнаруженных авиацией пожаров снижался на 6 пунктов. Если эту тенденцию продолжить в 2023 г., тренд пересечется с осью абсцисс, т. е. станет равным 0. В этом случае авиация не будет принимать участия в обнаружении и тушении лесных пожаров. Эта работа, видимо, будет выполняться другими службами (космомониторинг). Но этот прогноз не соответствует действительности. Поскольку только 5,8% территории области находится под наземным обнаружением и тушением лесных пожаров, а остальные 94,2% территории включены в зону лесоавиационных работ.

Горимость лесного фонда, эффективность работы лесопожарных служб при-

нято оценивать средней площадью одного пожара. За последнее десятилетие она увеличилась ровно в семь раз, по сравнению с первым десятилетием (рис. 5), а расходы на авиационные услуги снизились в 3,6 раза (табл. 1). Из этого соотношения можно сделать общий вывод, что при прочих равных условиях снижение расходов на лесопожарные работы ведет к увеличению средней площади пожара. При этом, если сравнить весь анализируемый период, минимальная площадь лесного пожара (65 га) была в период с 1980 по 1989 г.

Таким образом, снижение кратности авиатрулирования привело к уменьшению процента обнаруженных пожаров и, как следствие, увеличению средней площади пожара в последнее десятилетие (рис. 5).

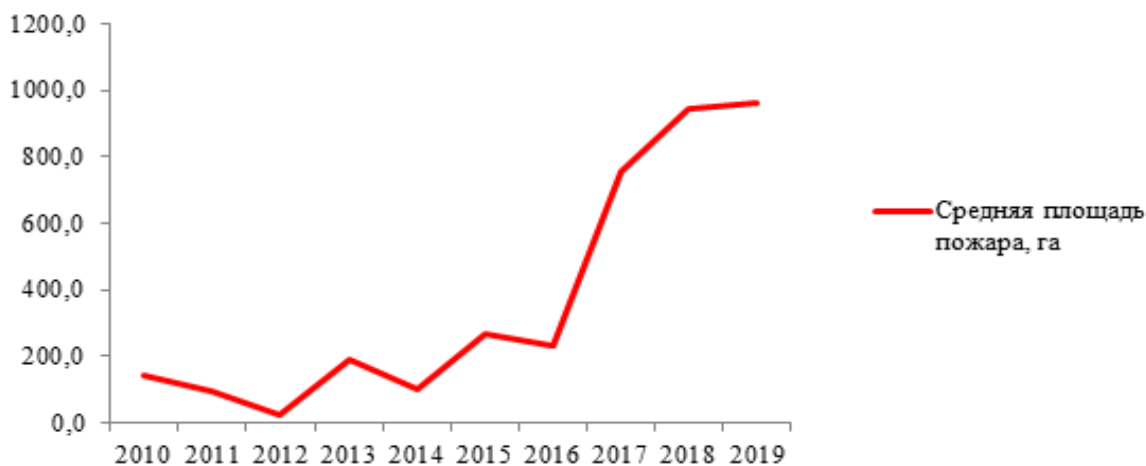


Рисунок 5. Средняя площадь лесного пожара в 2010-2019 гг.

Мы попытались найти связь между средней площадью пожара и расходами на авиационные услуги и средней стоимостью летного часа воздушного судна. Предполагая наличие автокорреляции между независимыми переменными, в качестве аргумента выбрана стоимость летного часа воздушного судна. Этот показатель является наиболее независимым от управленческих решений и формируется в условиях рыночной экономики. Как и ожидалось, связь передается линейной регрессией с высоким коэффициентом детерминации ($R^2=0,86$):

$$Y = 28,5 X - 1645, \quad (1)$$

где Y – средняя площадь лесного пожара, га;

X – стоимость летного часа воздушного судна, тыс руб.

Составленную модель использовали для прогнозирования лесопожарной ситуации в ЕАО, варьируя средней стоимостью летного часа ВС в зависимости от прогнозируемого Федеральной службой государственной статистики уровня инфляции (табл. 6).

Таблица 6 – Расчёт средней стоимости лётного часа на период 2020-2023 гг.

Годы	Средняя стоимость лётного часа, тыс. руб.		Прогноз уровня инфляции, %	
	максимальная	минимальная	максимальный	минимальный
2020	100,15	98,24	5,0	3,0
2021	104,46	101,48	4,3	3,3
2022	108,53	104,42	3,9	2,9
2023	112,87	107,55	4,0	3,0

Максимальная и минимальная средняя площадь пожаров в предстоящие годы, варьируя разной стоимостью лет-

ного часа воздушного судна, представлена в таблицах 7, 8.

Таблица 7 – Прогноз средней площади пожара в ЕАО на 2020-2023 гг.

Годы	Средняя площадь пожара, га		Средняя стоимость лётного часа, тыс. руб.	
	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная
	У	У	Х	Х
2020	1209,27	1154,84	100,15	98,24
2021	1331,57	1246,65	104,46	101,48
2022	1447,54	1330,43	108,53	104,42
2023	1571,22	1419,62	112,87	107,55

Таблица 8 – Прогноз средней площади пожара в ЕАО на 2020-2023 гг.

Годы	Средняя площадь пожара, га		Средняя стоимость лётного часа, тыс. руб.	
	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная
	У	У	Х	Х
2020	930,83	873,83	90,38	88,38
2021	787,86	673,88	85,38	81,38
2022	645,38	474,40	80,38	74,38
2023	503,33	274,93	75,38	67,38

Прогноз горимости в ЕАО показал, что увеличение средней стоимости лётного часа ВС ведёт к увеличению средней площади пожара (табл. 7).

Обратная картина наблюдается при снижении средней стоимости летного часа (табл. 8). При его средней стоимости, равной 67 рублям, средняя площадь пожара приближается к 275 га.

Заключение. Анализ горимости лесов на землях лесного фонда ЕАО, начиная с 1980 г., показывал, что с начала 90-х годов прошлого столетия лесопожарная ситуация в регионе стала заметно ухудшаться. Максимальное количество пожаров отмечалось в 2000-2009 гг., а пройденная огнем площадь – в 2010-2019 гг. Одной из причин, способствующих увеличению количества и площади пожаров,

явилось упразднение ФГУ «Авиалесоохрана» и передача полномочий по охране лесов от пожаров субъектам РФ. Реорганизация повлияла на финансирование парашютно-десантной службы, что привело к росту лесных пожаров в области как по количеству, так и по площади. Варьируя средней стоимостью летного часа воздушного судна, в одном случае (повышение стоимости летного часа) наблюдается увеличение средней площади пожара, в другом (понижение стоимости летного часа) – уменьшение средней площади пожара. Возникает парадоксальная ситуация. Чем ниже стоимость летного часа воздушного судна на выполнение лесоавиационных работ, тем меньше средняя площадь пожара. Компромисс, видимо, находится в привлечении новой

техники и технологий обнаружения лесных пожаров, способных оперативно решать пирологические проблемы.

Список источников

1. Выводцев Н.В., Выводцева А.Н. Основы лесной пирологии: учебное пособие. Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2015. 106 с.
2. Глаголев В.А. Оценка и прогноз возникновения пожаров растительности на территории Еврейской автономной области : автореф. дис.. канд. географ. наук. Хабаровск, 2015. 23 с.
3. Коган Р.М., Глаголев В.А. Особенности формирования пожароопасных сезонов и периодов на Дальнем Востоке России // Региональные проблемы. 2012. Т.15. № 2. С. 27-33.
4. Прогноз уровня инфляции [статистические данные федеральной службы государственной статистики]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/inflyatsiya/>.
5. Филоненко В.В., Выводцев Н.В. Лесные пожары в Еврейской автономной области: причины и последствия: монография. Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2018. 170 с.
6. Kasischke E., Stocks B., Cahoon D. The episodic Nature in the boreal forest. World natural forests and their role in global processes / International Conference 15-20 August, Khabarovsk, 1999. pp. 62-63.
7. Kogan R., Goumiennaya E. Nature and ecological consequences of wood fires in the Jewish autonomous republic // International Conference 15-20 August, Khabarovsk, 1999. P. 65-66.
8. Vyvotsev N., Vyvotseva Z. Lysun E. Big fires forecast in Larch stands // International

Conference 15-20 August, Khabarovsk, 1999. P. 64-65.

References

1. Vyvotsev N.V., Vyvotseva A.N. *Osnovy lesnoy pirologii: uchebnoye posobiye* Fundamentals of forest pyrology (textbook). Khabarovsk, 2015, 106 p. [in Russ.].
2. Glagolev V.A. Assessment and forecast of the occurrence of vegetation fires on the territory of the Jewish Autonomous Region. Candidate's dissertation abstract. Khabarovsk, 2015. 23 p. [in Russ.].
3. Kogan R.M., Glagolev V.A. Features of the formation of fire-hazardous seasons and periods in the Russian Far East. *Regionalnyye problemy*. 2012;15(2). 27-33. [in Russ.].
4. Forecast of the inflation rate [Statistical Data of the Federal State Statistics Service]. [Electronic resource]. URL: <https://rosinfostat.ru/inflyatsiya/>.
5. Filonenko V., Vyvotsev N. *Lesnyye pozhary v Yevreyskoy avtonomnoy oblasti: prichiny i posledstviya* [Forest fires in the Jewish Autonomous Region: causes and consequences]. Khabarovsk, 2018. 170 p. [in Russ.].
6. Kasischke E., Stocks B., Cahoon D. The episodic Nature in the boreal forest. World natural forests and their role in global processes. Int. Conf. 15-20 August, Khabarovsk, 1999. pp. 62-63.
7. Kogan R., Goumiennaya E. Nature and ecological consequences of wood fires in the Jewish autonomous republic. Int. Conf. 15-20 August, Khabarovsk, 1999. pp. 65-66.
8. Vyvotsev N., Vyvotseva Z. Lysun E. Big fires forecast in Larch stands. Int. Conf. 15-20 August, Khabarovsk, 1999. pp. 64-65.

Информация об авторах

Николай Васильевич Выводцев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии лесопользования и ландшафтного строительства;

Василий Владимирович Филоненко, аспирант кафедры технологии лесопользования и ландшафтного строительства

Information about the authors

Nikolay V. Vyvotsev, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Head of the Chair of Forest Management and Landscape Construction Technology;

Vasily V. Filonenko, graduate student, Chair of Forest Management and Landscape Construction Technology.

Статья поступила в редакцию 04.03.2021; одобрена после рецензирования 07.06.2021; принята к публикации 15.06.2021.

The article was submitted 04.03.2021; approved after reviewing 07.06.2021; accepted for publication 15.06.2021.