

DOI 10.31509/2658-607x-202252-107
УДК 614.849

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

© 2022 г.

А. В. Игнатъева¹, Н. В. Барановский²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет
Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, д. 36

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, д. 30а

E-mail: anna_tomsktsu@mail.ru

Поступила в редакцию: 11.06.2022

После рецензирования: 11.07.2022

Принята к печати: 16.07.2022

Республика Бурятия ежегодно подвергается воздействию лесных пожаров, вследствие чего наносится значительный ущерб природе, экономике и здоровью населения региона. В статье проанализирована пожароопасная обстановка в лесничествах Бурятии на основании рассчитанных значений уязвимости территории к пожарам; охарактеризована динамика возникновения и распространения пожаров на территории субъекта за период с 2013 по 2019 гг.; представлен анализ пострадавшего и погибшего населения республики в результате воздействия поражающих факторов пожаров. Поскольку сосна обладает высокой горимостью согласно проведенному анализу, наибольшая уязвимость характерна для лесничеств с преобладанием в древостое сосны в районах с более высокой плотностью населения. Наибольшая часть пожаров, которые регистрируются в Республике Бурятия, носит антропогенный характер. В 2015 году на территории республики отмечены наибольшие площади пожаров, количество пострадавших и погибших людей.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация природного характера, пожар, опасное природное явление, распространение пожара, Республика Бурятия, уязвимость территории к пожарам

Проблема возникновения и распространения лесных пожаров является чрезвычайно актуальной, и в связи с этим исследования специфики пожаров проводятся в различных странах (Кнауб, Игнатъева, 2018; Лупян и др., 2019; Morgan et al., 2001; Sofronova, 2006; Vadmaev, Bazarov, 2021; Littell et al., 2009; Peterson et al., 2009; Vilar et al., 2010;

Ganteaume, Jappiot, 2013; Chuvieco et al., 2018; Gibson et al., 2018; Puntsukova, 2019).

За последние 5 лет в мире зарегистрировано значительное количество катастрофически разрушительных пожаров: США (Калифорния, 2018, 2019 гг.), Турция (2021 год), Кипр (2021 год) и т. д. В Австралии в октябре 2019 года нача-

лись масштабные пожары, которые охватили большую часть территории страны. Согласно данным сотрудников университета Сиднея, было уничтожено 3 миллиарда животных (Сайт The University of Sidney, 2022). Учитывая хрупкость экосистемы континента и эндемичность флоры и фауны, последствия воздействия пожаров могут привести к полному уничтожению мест обитания отдельных животных и растений, что приведет к полному исчезновению ряда видов.

В некоторых странах северного полушария обнаруживаются такие явления, как «зимние пожары» (Scholten et al., 2021). Это особый вид пожаров, которые способны на «перезимовку», когда они тлеют в течение зимы, а вспыхивают весной. Наиболее характерны зимние пожары для бореальных (северных) лесов с глубокими органическими почвами, благоприятными для тления, что наряду с ускоренным потеплением климата способствует возникновению и поддержанию горения.

Ежегодно в России регистрируется различная степень пожарной опасности во многих регионах. В 2012 году крупные пожары отмечались в Томской области. Пожары продолжались с июня по август. Несколько недель в регионе держался смог, который распространился на территории соседних субъектов. В 2021 году режим чрезвычайной ситуации в лесах с запретом на посе-

щение лесного фонда в ряде районов был введен в Карелии. На территории Якутии в 2021 году вследствие частого возникновения сухих гроз и аномальной жары площадь лесных пожаров увеличилась. Смог от пожаров охватил значительную часть территории республики (Официальный сайт..., 2021).

В Республике Бурятия с целью выявления закономерностей и особенностей возникновения и распространения лесных пожаров проводился ряд исследований. В статье (Antokhina et al., 2019) представлен анализ пожароопасной обстановки за период с 2004 по 2018 гг. в Республике Бурятия, Забайкальском крае, Иркутской области, Амурской области и Хабаровском крае. Согласно данному исследованию, ключевыми факторами высокой интенсивности лесных пожаров в исследуемых субъектах являются процессы антициклогенеза, которые развиваются с усилением меридиональных форм атмосферной циркуляции в последние десятилетия в Восточной Сибири. Высокая повторяемость блокирующих антициклонов в период май–июнь определяет длительное сохранение теплой и сухой воздушной массы. В многолетней динамике по всей исследуемой территории наблюдается повышение температуры и снижение относительной влажности. Н. Бадмаев и А. Базаров (2021) отмечают, что за последние 20 лет из-за аномально высоких температур воз-

духа и повышенной засушливости территории количество лесных пожаров увеличилось в 1.5 раза, а площадь — более чем в 5 раз. Выявлено, что влияние среднемесячных температур на возникновение и развитие пожаров незначительно по сравнению с влиянием жидких осадков. Установлена статистически значимая зависимость показателей лесных пожаров от влажности почвы (Badmaev, Bazarov, 2021).

Стоит отметить вклад глобальных климатических изменений в пожароопасную обстановку в республике. Согласно исследованию (Badmaev et al., 2019), на территории Республики Бурятия зафиксированы значительные изменения природной среды, которые вызваны глобальными изменениями:

1. наблюдаются статистически значимые тенденции повышения температуры;

2. установлено уменьшение количества осадков с выделением влажного и засушливого периодов;

3. за 20 лет частота и площадь пожаров увеличились из-за аномально высоких температур воздуха, возрастающей аридности территории и высокой горимости сосновых лесов.

А. Б. Иметхенов среди главных причин большого количества пожаров в регионе выделяет чрезвычайно высокую горимость древесных пород в составе лесов Бурятии. Горимость опре-

деляется природно-климатическими особенностями региона. Высокая горимость связана преобладанием в составе лесов светлохвойных древесных пород (Иметхенов, 2015). Еще одной из важных причин разной вероятности возникновения пожаров на территории Бурятии является неравномерное распределение осадков. Районы Восточного Саяна и Прибайкалья (за исключением долины Баргузина) получают влагу в виде осадков 500–800 мм, в горах до 1000–2000 мм в год. На Витимском плоскогорье осадков выпадает относительно мало (300–450 мм) и еще меньше — в Селенгинском Забайкалье (200–400 мм) (Доржиев и др., 2017).

Целью данного исследования является анализ и оценка пожароопасной обстановки на территории Республики Бурятия с 2013 по 2019 гг. Для реализации цели решались следующие задачи:

1. Проанализировать временно-пространственные особенности возникновения и распространения пожаров в Республике Бурятия.

2. Провести анализ воздействия пожаров на население региона.

3. Провести расчет и анализ пожарной уязвимости территории республики.

4. Выявить особенности пожароопасной обстановки в лесничествах Республики Бурятия.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Республика Бурятия — субъект, расположенный в Восточной Сибири вблизи озера Байкал. Она граничит с Забайкальским краем на востоке, Иркутской областью на западе, Республикой Тыва на юго-западе и Монголией на юге (рис. 1).

Наиболее крупными городами в составе республики являются административный центр — город Улан-Удэ, а также Северобайкальск, Гусиноозерск, Кяхта и Закаменск.

До 2019 года Республика Бурятия входила в состав Сибирского федерального округа, однако с 2019 года

республика вошла в состав Дальневосточного федерального округа (рис. 2, стр. 5). В целом среди всех субъектов Сибири и Дальнего Востока Республика Бурятия отличается повышенным количеством пожаров, которые возникают ежегодно и приносят значительный ущерб экономике, природе и населению региона.

Климат Республики Бурятия резко континентальный, вследствие чего для региона характерны холодная зима и жаркое лето. По количеству солнечных дней Бурятия сравнима с Крымом. Средняя температура летом +18.5 гра-



Рисунок 1. Физико-географическое положение Республики Бурятия (Регионы России. Основные характеристики субъектов РФ, 2019)

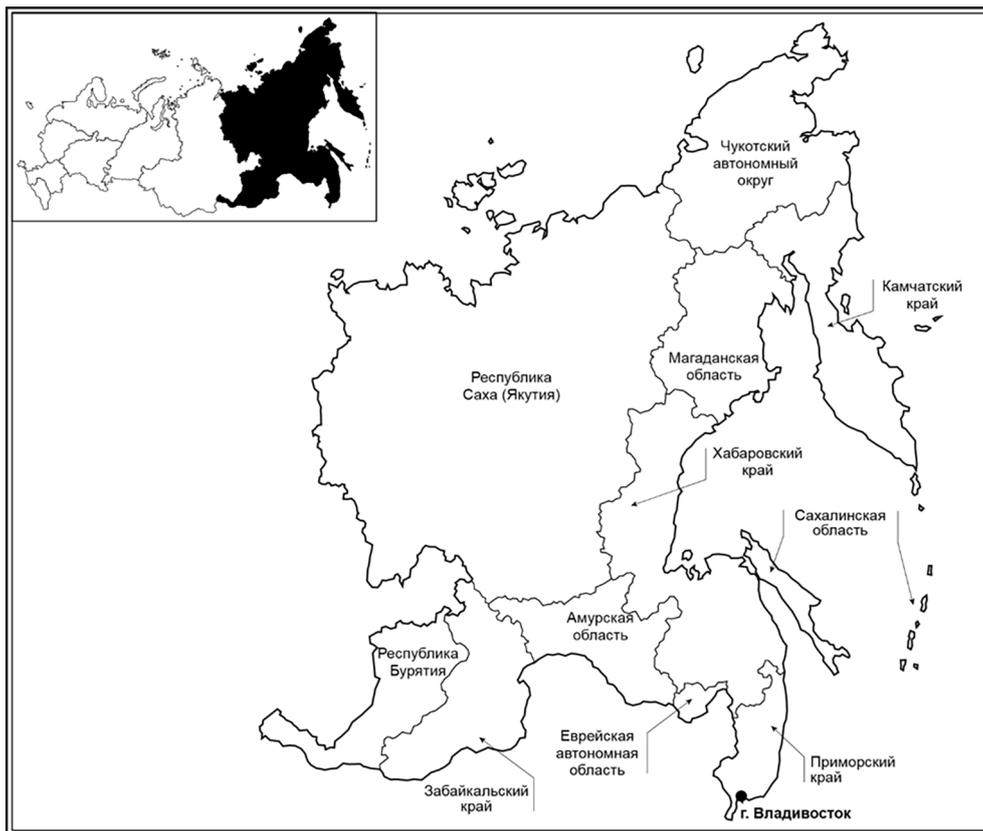


Рисунок 2. Расположение Республики Бурятия в границах Дальневосточного федерального округа (на 1 января 2019 года) (Регионы России. Основные характеристики субъектов РФ, 2019)

дусов, зимой -22 , а среднегодовая температура -1.6 градуса. В год в среднем выпадает 244 мм осадков.

Больше половины территории Бурятии занято лесами, 6% — водными объектами, 11% приходится на сельскохозяйственные угодья, 1% — это олени пастбища, 9% — земли прочего назначения. Рельеф республики преимущественно горный.

По видовому составу в Республике Бурятия наибольшие площади занимают хвойные леса (более 60% от всей площади лесов в Бурятии). Также стоит отметить, что большинство

лесов Бурятии расположено в горной местности. Леса имеют достаточно выраженную высотную структуру и подразделяются (в порядке увеличения высот) на 9 высотных поясов (Каранина и др., 2019):

- степной;
- лесостепной;
- светлохвойный таежный;
- мерзлотный таежный;
- кедрово-пихтовый таежный;
- кедровый таежный;
- субальпийский;
- подгольцовый;
- тундрово-гольцовый.

Республика Бурятия занимает значительную часть байкальского региона. Леса в Бурятии расположены на площади 29.6 млн га, или 84.4% от площади региона. Территория республики подвержена возникновению лесных пожаров. Значительная часть лесов (около 75%) относится к лесам наиболее пожароопасным (I–III классы), а к I классу – почти одна треть (Доржиев и др., 2017). В результате лесных пожаров в Бурятии уменьшается площадь лесов, и, соответственно, уменьшается потенциал поглощения углерода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления специфики возникновения лесных пожаров в Республике Бурятия проведен анализ физико-географических условий региона.

В качестве данных о пожарах собрана информация, представленная в официально опубликованных материалах Республиканского агентства лесного хозяйства (Лесной план Республики Бурятия, 2019), Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ (Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2014; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2015; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2017; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2018). Собраны данные о количестве зарегистрированных пожаров, площади, ох-

ваченной пожарами в лесничествах республики и в целом на территории субъекта с 2013 по 2019 гг. (Лесной план Республики Бурятия, 2019), Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ (Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2014; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2015; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2017; Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2018).

Для республики и лесничеств, на которые поделен субъект, рассчитан показатель «уязвимости территории от пожаров» по формуле Т. А. Борисовой (Борисова, 2017):

$$V(H) = \frac{S(H)}{S(T)}, \text{ (га/га)} \quad (1)$$

где $S(H)$ – площадь поражения пожарами, $S(T)$ – общая площадь оцениваемой территории.

Для анализа данных о возникновении пожаров в Республике Бурятия, построения иллюстрационного материала по годам и месяцам использовалась программа Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Республика Бурятия является довольно уязвимым регионом России в плане возникновения пожароопасной обстановки в лесах. Исследование лесных пожаров в Республике Бурятия отражено в значительном количестве

работ, что подтверждает актуальность данного направления для изучения (Иметхенов, 2015; Борисова, 2017; Алтаев, 2019; Лупян и др., 2019; Puntsukova, 2019; Varanovskiy, Bazarov, 2021). Ежегодно в республике пожароопасный период наступает в среднем в марте и заканчивается в октябре-ноябре. Причин для подверженности лесов Бурятии пожарам несколько: преобладание в ряде лесничеств в видовом составе сосны (Архипов, Залесов, 2016; Шубин, Залесов, 2016) и лиственницы, так как эти породы обладают высокой горимостью; влияние климатических условий (в частности, неравномерного распределения осадков (Chuvienco et al., 2018) и резких смен погодных условий в условиях резко континентального климата Бурятии).

Анализ пожароопасной обстановки и уязвимости территорий к пожарам показали, что наибольшее количество пожаров сконцентрировано в районах, где проживает большое количество населения (в пределах крупных агломераций Улан-Уде, Северобайкальска, Гусиноозерска, Кяхты и Закаменска). Антропогенный фактор является преобладающим в возникновении лесных пожаров, что отражено в статьях (Борисова, 2017; Khodakov, Zharikova, 2011; Antokhina et al., 2019). На ООПТ (заповедники и национальные парки) в связи с малым количеством людей, посещающих данные территории,

большинство пожаров имели грозовой характер.

За рассматриваемый период наибольшее количество пожаров было зафиксировано в 2015 году, когда была отмечена наиболее сложная лесопожарная обстановка. Этому способствовала небывалая засуха, которая зафиксирована впервые за 125 лет метеонаблюдений (Иметхенов, 2015). Также в 2015 году в республике отмечено наибольшее количество погибших и пострадавших людей от воздействия поражающих факторов лесных пожаров (Регионы России, 2018) (рис. 3, стр. 8). На рисунке 4 (стр. 8) представлена динамика и площадь лесных пожаров в Республике Бурятия.

На основании представленной формулы был произведен расчет уязвимости Республики Бурятия и лесничеств республики к пожарам (рис. 5, стр. 8).

Расчет уязвимости лесничеств Республики Бурятия и всего субъекта в целом к пожарам показал, что наибольшая уязвимость характерна для Буйского, Заудинского, Кяхтинского, Улан-Удэнского лесничеств. Все лесничества расположены южнее административного центра республики (Улан-Уде), и на данных территориях сконцентрировано большое количество населенных пунктов и проживает большое количество населения. В лесничествах с высокой уязвимостью к пожарам в видовом составе преобла-

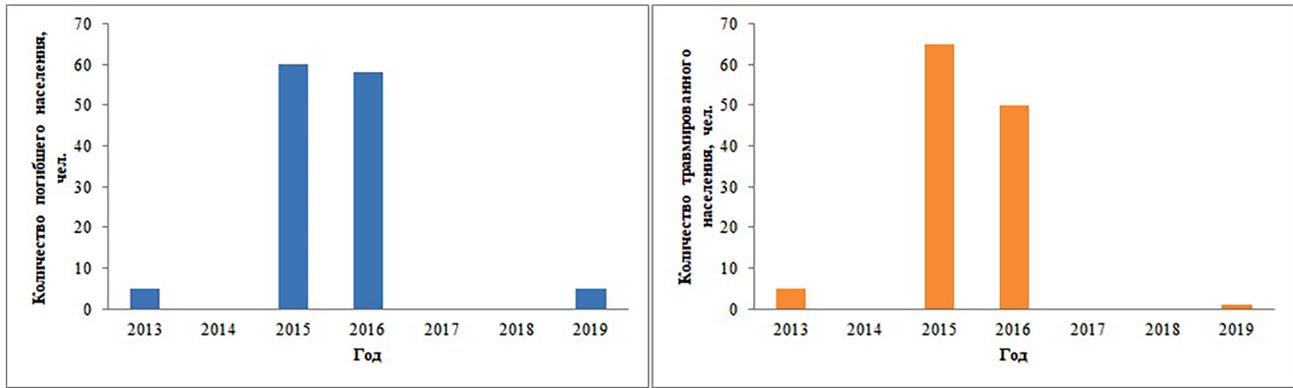


Рисунок 3. Характеристика случаев смертности и травмированности людей от лесных пожаров в Республике Бурятия за период с 2013 по 2019 гг. (Государственный доклад «О состоянии защиты...», 2014–2018)

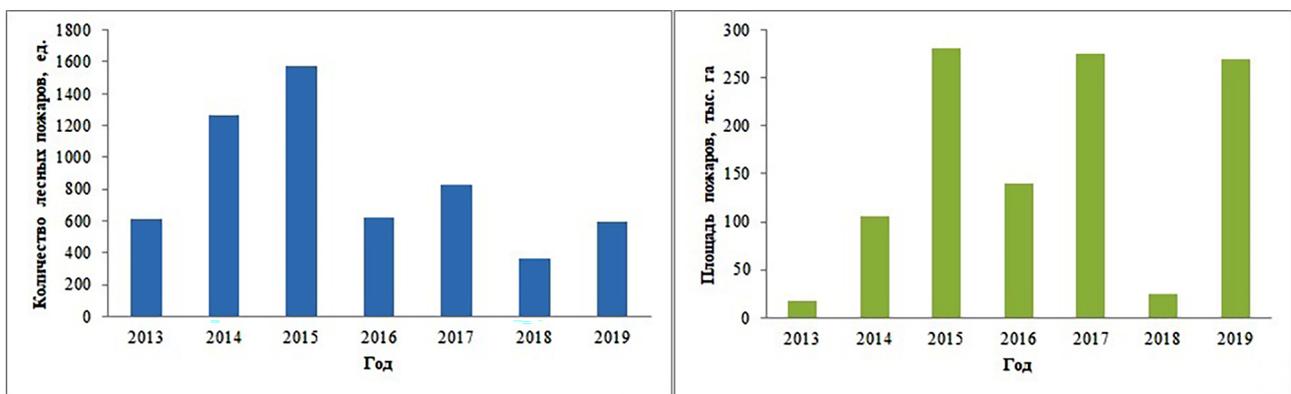


Рисунок 4. Количество лесных пожаров и площади пожаров в Республике Бурятия за период с 2013 по 2019 гг.

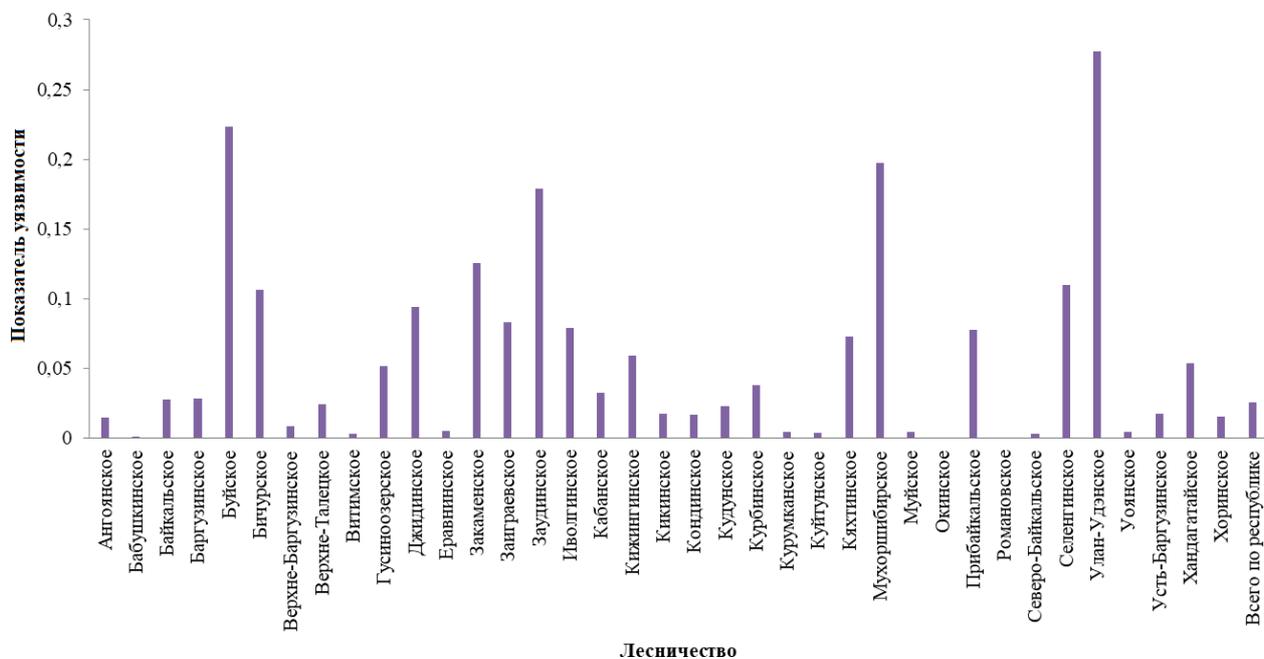


Рисунок 5. Уязвимость территории к пожарам по лесничествам Республики Бурятия

дает сосна и лиственница. Состав пород лесов Республики Бурятия представлен в процентном отношении к общей площади лесов региона на рисунке 6 (Иметхенов, 2015).

Это также подтверждается исследованиями, проведенными на примере Казахского мелкосопочника (Архипов, Залесов, 2016) и в Алтайском крае (Шубин, Залесов, 2016). Больше всего внимания необходимо уделять профилактике пожаров на территориях, занятых сосной (в особенности сухостоем, наличие которого создает условия для длительного устойчивого горения, вследствие которого площадь пожара может увеличиться).

Анализ причин возникновения лесных пожаров в Республике Бурятия показал, что основной причиной (61% от всех случаев) возникновения пожаров являлось местное население, 18% пожаров возникало вследствие нарушений при лесозаготовке, 14% пожаров – от гроз, 5% пожаров – по вине сельхозпалов, 1% – по вине участников экспедиций и прочих организаций (Алтаев, 2019), то есть 86% пожаров возникало по вине человека.

Согласно данным о лесных пожарах, вызванных грозовыми разрядами (рис. 7, 8, стр. 10), наибольшее количество подобного рода пожаров за период с 2012 по 2016 гг. возникало в июле, а наименьшее – в апреле.

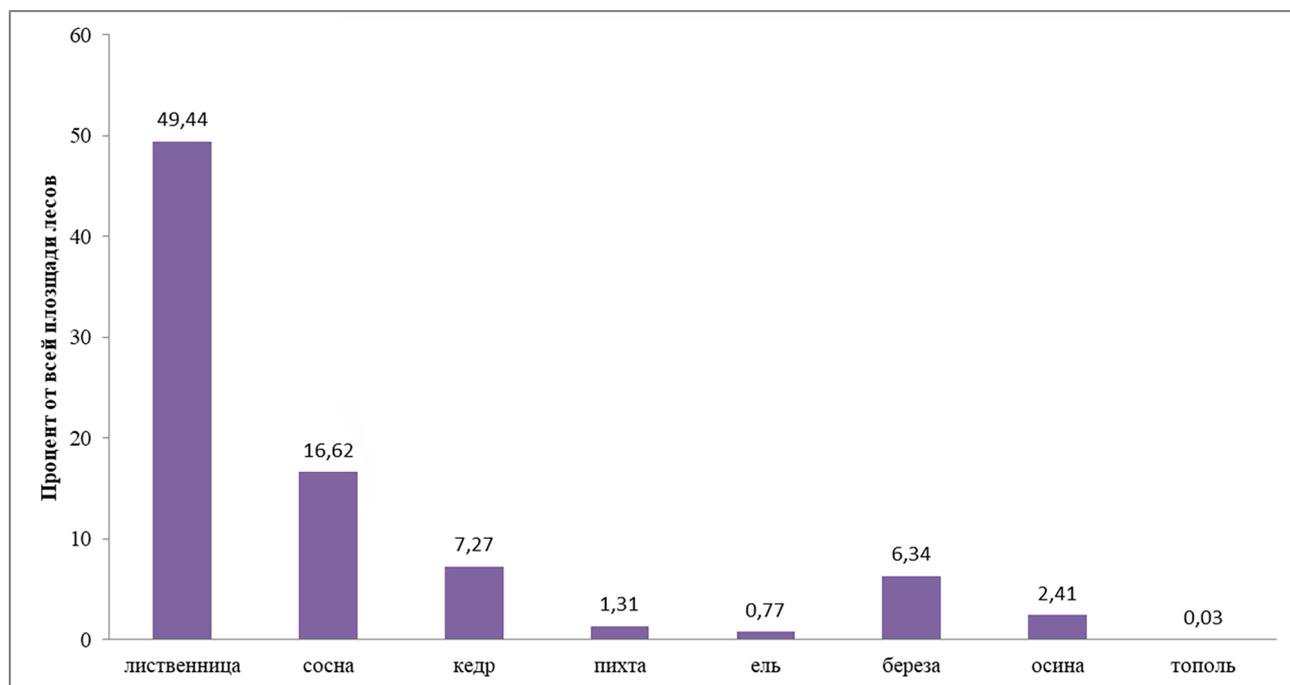


Рисунок 6. Процентное распределение породового состава лесов Республики Бурятия (Иметхенов, 2015)



Рисунок 7. Пожар грозового происхождения на территории Баргузинского биосферного заповедника
вблизи поселка Давша, 20 июня 2014 года
(фотографии автора статьи Игнатъевой А. В.)

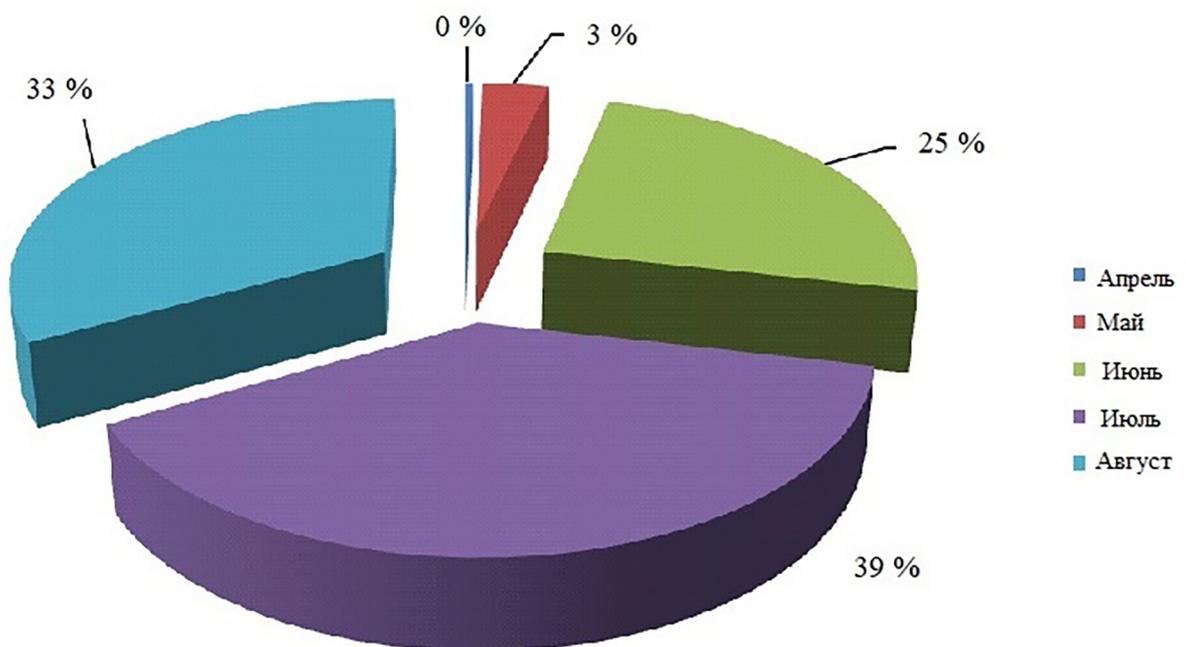


Рисунок 8. Распределение лесных пожаров грозового происхождения по месяцам их возникновения
(Алтаев А. А., 2019)

На рисунке 9 представлена динамика пожаров по причинам возникновения.

Динамика пожаров по причинам возникновения показывает, что местное население является источником возникновения пожаров в большинстве из рассматриваемых случаев. На втором месте после местного населе-

ния как источник возникновения пожаров находятся грозы. Меньше всего причиной пожаров в Республике Бурятия становился переход пожара из соседнего субъекта.

В таблице 1 отражена динамика возникновения пожаров в Республике Бурятия с марта по ноябрь 2011–2017 гг.

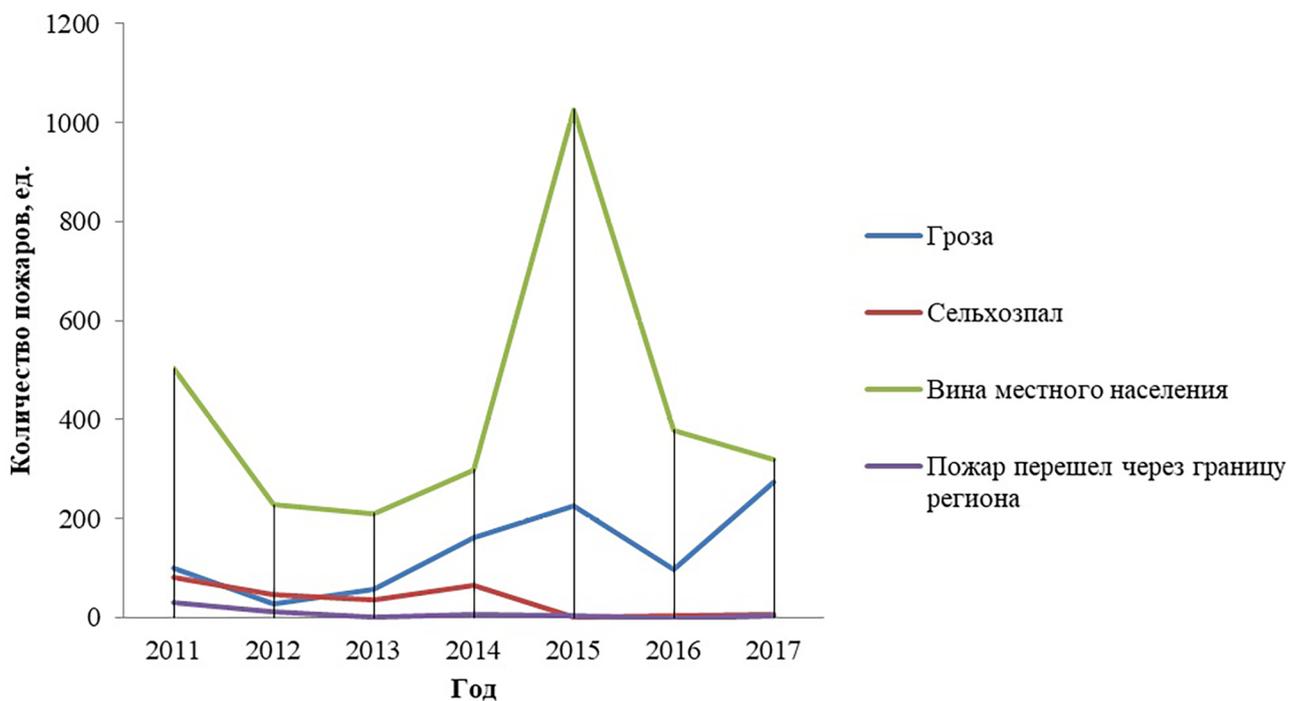


Рисунок 9. Причины возникновения лесных пожаров (Алтаев А. А., 2019)

Таблица 1. Распределение пожаров в течение пожароопасного сезона за период 2011–2017 гг. (Алтаев А. А., 2019)

Год	Количество пожаров по месяцам, шт.								
	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
2011	0	419	236	306	82	51	131	119	0
2012	38	208	215	88	22	6	46	17	0
2013	0	50	307	121	64	46	19	6	0
2014	0	284	175	161	211	175	111	53	0
2015	0	317	297	232	316	224	40	37	4
2016	0	42	214	157	124	20	17	5	0
2017	0	135	89	224	118	164	26	2	0

В течение рассматриваемого периода наименьшее число пожаров регистрировалось в марте и ноябре. В 2014 и 2015 гг. зафиксировано максимальное количество пожаров с апреля по октябрь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ причин возникновения лесных пожаров в Республике Бурятия показал, что 86% пожаров возникло по вине человека (местное население, нарушения при лесозаготовках, сельхозпалы, туристы).

Количество и площадь пожаров значительно варьируют по годам: по количеству пожаров лидирует 2015 год, одна-

ко по площади пожаров 2015, 2017 и 2019 годы сопоставимы. С 2011 по 2017 годы наименьшее число пожаров регистрировалось в марте и ноябре, в 2014 и 2015 годах зафиксировано максимальное количество пожаров с апреля по октябрь.

2015 и 2016 годы характеризуется самым высоким негативным уровнем влияния пожаров на местное население, выражающегося в травмированности людей и смертности.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-31-51001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алтаев А. А. Горимость лесов Бурятии: причины, анализ, перспективы // Материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки «Актуальные вопросы развития аграрного сектора байкальского региона». Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова. 2019. С. 12–23.

Архипов Е. В., Залесов С. В. Горимость сосновых лесов казахского мелкосопочника // Вестник Алтайского государственного аграрного уни-

верситета. Экология. 2016. № 9 (143). С. 64–69.

Борисова Т. А. Лесные пожары в Бурятии: причины и следствия // Вестник ВГУ. Серия: география, геоэкология. 2017. № 2. С. 78–84.

Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2013 году». М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014. 344 с.

Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий

- Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2014 году». М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 350 с.
- Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. 360 с.
- Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018. 376 с.
- Доржиев Ц. З., Бао Ю., Бадмаева Е. Н., Ванчиндорж Б., Урбазаев Ч. Б., Юшань Ю. Лесные пожары в Республике Бурятия за 2002–2016 гг. // *Природа внутренней Азии*. 2017. № 3 (4). С. 22–37.
- Иметхенов А. Б. Лесные пожары Бурятии: анализ современного состояния и некоторые рекомендации по проведению профилактических работ // *Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы техносферной безопасности»*. Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2015. С. 75–79.
- Каранина С. Ю., Каранин А. В., Кочеева Н. А., Барановский Н. В., Беликова М. Ю. Анализ молниевой активности на территории Бурятии на основе данных WWLLN в период с 2010 по 2016 гг. // *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАН А. Н. Антипова*. Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сохавы СО РАН, 2019. С. 120–123.
- Кнауб Р. В., Игнатьева А. В. *Природно-техносферная безопасность: учебно-методическое пособие*. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. 72 с.
- Лесной план Республики Бурятия, 2019. URL: <https://clck.ru/> (дата обращения: 10.01.2021).
- Лупян Е. А., Балашов И. В., Барталев С. А., Бурцев М. А., Дмитриев В. В., Сенько К. С., Крашенинникова Ю. С. Лесные пожары на территории России: особенности пожароопасного сезона 2019 г. // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. № 5. С. 356–363.
- Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычай-

- ным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo> (дата обращения: 05.07.2022).
- Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. Стат. сб. М.: Гос. комитет Российской Федерации по статистике, 2019. 751 с.
- Регионы России. Социально-экономические показатели. М.: Федеральная служба по государственной статистике, 2018. URL: www.gks.ru (дата обращения: 17.08.2018 г.).
- Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с.
- Antokhina O. Yu., Devyatova E. V., Golubeva L. V., Kurdyukov V. N., Latysheva I. V., Mordvinov V. I. Climatic and circulation factors of high natural fire intensity in Eastern Siberia and the Far East // Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 112086O (18 December 2019). Vol. 1120. 2019. P. 112086O-1-112086O-6. DOI: 10.1117/12.2538730.
- Badmaev N., Bazarov A. Correlation analysis of terrestrial and satellite meteorological data in the territory of the Republic of Buryatia (Eastern Siberia, Russian Federation) with forest fire statistics // Agricultural and Forest Meteorology. 2021. Vol. 297. Article 108245. P. 1-10.
- Badmaev N., Bazarov A., Kulikov A., Gyninova A., Sympilova D., Shakhmatova E., Badmaeva N., Gonchikov B. M., Mangataev A. Global climate change: wild fires and permafrost degradation in the Republic of Buryatia (Eastern Siberia, Russia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 320. P. 1-7. DOI:10.1088/1755-1315/320/1/012017.
- Baranovskiy N. V., Bazarov A. V. Assessment, monitoring and prediction of forest fire danger using atmospheric soil measuring complex // International Journal on Engineering Applications. 2021. Vol. 9. No 2. P. 71-85.
- Chuvieco E., Lizundia-Loiola J., Pettinari M. L., Ramo R., Padilla M., Tansley K., ..., & Plummer S. Generation and analysis of a new global burned area product based on MODIS 250 m reflectance bands and thermal anomalies // Earth System Science Data. 2018. Vol. 10. No 4. P. 2015-2031.
- Ganteaume A., Jappiot M. What causes large fires in Southern France // Forest Ecology and Management. 2013. Vol. 294. P. 76-85. DOI: 10.1016/J.FORECO.2012.06.055.
- Gibson C. M., Chasmer L. E., Thompson D. K., Quinton W. L., Flannigan M. D., Olefeldt D. Wildfire as a major driver

- of recent permafrost thaw in boreal peatlands // *Nature communications*. 2018. Vol. 9. No 1. P. 1–9.
- Khodakov V. E., Zharikova M. V.* Forest Fires: Research Methods. Kherson: Grin DC, 2011. 470 p.
- Littell J. S., McKenzie D., Peterson D. L., Westerling A. L.* Climate and wildfire area burned in western US ecoprovinces, 1916–2003 // *Ecological Applications*. 2009. Vol. 19. No 4. P. 1003–1021.
- Morgan P., Hardy C. C., Swetnam T. W., Rollins M. G., Long D. G.* Mapping fire regimes across time and space: Understanding coarse and fine-scale fire patterns // *International Journal of Wildland Fire*. 2001. Vol. 10. No 4. P. 329–342.
- Peterson L. K., Bergen K. M., Brown D. G., Vashchuk L., Blam Y.* Forested land-cover patterns and trends over changing forest management eras in the Siberian Baikal region // *Forest Ecology and Management*. 2009. Vol. 257. No 3. P. 911–922.
- Puntsukova S.* Contribution of the forests of the Republic of Buryatia to the development of a “green” economy // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 395. No 1. P. 1–5. DOI: 10.1088/1755-1315/395/1/012009.
- Scholten R. C., Jandt R., Miller E. A., Rogers B. M., Veraverbeke S.* Overwintering fires in boreal forests // *Nature*. 2021. Vol. 593. P. 399–404. DOI: 10.1038/s41586-021-03437-y.
- Sofronova T. M.* Performance of various methods of fire weather danger rating in the South Lake Baikal forests // *Environmental observations, modeling and information systems-2: ENVIROMIS-2006: Abstracts of the 2nd International conference*. Tomsk: SCERT, 2006. Vol. 97. P. 97–117.
- The University of Sydney. URL: <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/12/07/3-billion-animals-impacted-by-fires-including-60000-koalas-repor.html> (дата обращения: 15.07.2022).
- Vilar L., Woolford D. G., David L. M., Martin M. P.* A model for predicting human-caused wildfire occurrence in the region of Madrid, Spain // *International Journal of Wildland Fire*. 2010. Vol. 19. No 3. P. 325–337.

REFERENCES

- Altaev A. A., Gorimost' lesov Buryatii: prichiny, analiz, perspektivy (Burning forests of Buryatia: causes, analysis, prospects), Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the Day of Russian Science “Actual issues of development of the agricultural sector of the Baikal region”, Ulan-Ude, 2019, pp. 12–23.*
- Antokhina O. Yu., Devyatova E. V., Golubeva L. V., Kurdyukov V. N., Latyshe-*

- va I. V., Mordvinov V. I., Climatic and circulation factors of high natural fire intensity in Eastern Siberia and the Far East, *Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*, 112086O (18 December 2019), 2019, Vol. 1120, DOI: 10.1117/12.2538730.
- Arkhipov E. V., Zalesov S. V., Gorimost' sosnovykh lesov kazakhskogo melkosopchnika (Burning of pine forests of the Kazakh uplands), *Bulletin of the Altai State Agrarian University. Ecology*, 2016, No 9 (143), pp. 64–69.
- Badmaev N., Bazarov A., Correlation analysis of terrestrial and satellite meteorological data in the territory of the Republic of Buryatia (Eastern Siberia, Russian Federation) with forest fire statistics, *Agricultural and Forest Meteorology*, 2021, Vol. 297, Article 108245, pp. 1–10.
- Badmaev N., Bazarov A., Kulikov A., Gyninova A., Sympilova D., Shakhmatova E., Badmaeva N., Gonchikov B. M., Mangataev A., Global climate change: wild fires and permafrost degradation in the Republic of Buryatia (Eastern Siberia, Russia), *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 320, pp. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/320/1/012017.
- Baranovskiy N. V., Bazarov A. V., Assessment, monitoring and prediction of forest fire danger using atmospheric soil measuring complex, *International Journal on Engineering Applications*, 2021, Vol. 9, No 2, pp. 71–85.
- Borisova T. A., Lesnye pozhary v Buryatii: prichiny i sledstviya (Forest fires in Buryatia: causes and consequences), *Bulletin of VSU, series: geography, geoecology*, 2017, No 2, pp. 78–84.
- Chuvieco E., Lizundia-Loiola J., Pettinari M. L., Ramo R., Padilla M., Tansey K., ..., & Plummer S., Generation and analysis of a new global burned area product based on MODIS 250 m reflectance bands and thermal anomalies, *Earth System Science Data*, 2018, Vol. 10, No 4, pp. 2015–2031.
- Dorzhev T. Z., Bao Yu., Badmaeva E. N., Vanchindorzh B., Urbazayev Ch. B., Yushan Yu., Lesnye pozhary v Respublike Buryatiya za 2002–2016 gg. (Forest fires in the Republic of Buryatia for 2002–2016), *Nature of Inner Asia*, 2017, No 3 (4), pp. 22–37.
- Ganteaume A., Jappiot M., What causes large fires in Southern France, *Forest Ecology and Management*, 2013, Vol. 294, pp. 76–85, DOI: 10.1016/J.FORECO.2012.06.055.
- Gibson C. M., Chasmer L. E., Thompson D. K., Quinton W. L., Flannigan M. D., Olefeldt D., Wildfire as a major driver of recent permafrost thaw in boreal peatlands, *Nature communications*, 2018, Vol. 9, No 1, pp. 1–9.
- Gosudarstvennyy doklad "O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera v 2013 godu" (State

- report “On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2013”), Moscow: EMERCOM of Russia; FGBU VNII GOChS (FTs), 2014, 344 p.
- Gosudarstvennyy doklad “O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychnykh situatsiy prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera v 2014 godu”* (State report “On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2014”), Moscow: Russian Emergency Situations Ministry, 2015, 350 p.
- Gosudarstvennyy doklad “O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychnykh situatsiy prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera v 2016 godu”* (State report “On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2016”), Moscow: Russian Emergency Situations Ministry, 2017, 360 p.
- Gosudarstvennyy doklad “O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychnykh situatsiy prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera v 2017 godu”* (State report “On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2017”), Moscow: Russian Emergency Situations Ministry, 2018, 376 p.
- Imethenov A. B., *Lesnye pozhary Buryatii: analiz sovremennogo sostoyaniya i nekotorye rekomendatsii po provedeniyu profilakticheskikh rabot* (Forest fires of Buryatia: analysis of the current state and some recommendations for preventive work), *Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference “Actual Issues of Technospheric Safety”*, Ulan-Ude: East Siberian State University of Technology and Management, 2015, pp. 75–79.
- Karanina S. Yu., Karanin A. V., Kocheva N. A., Baranovsky N. V., Belikova M. Yu., *Analiz molnievoy aktivnosti na territorii Buryatii na osnove dannykh WWLLN v period s 2010 po 2016 gg.* (Analysis of lightning activity in Buryatia based on WWLLN data from 2010 to 2016), *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences A. N. Antipov*, Irkutsk: Institute of Geography. V. B. Sochavy SB RAS, 2019, pp. 120–123.
- Khodakov V. E., Zharikova M. V., *Forest Fires: Research Methods*. Kherson: Grin DC, 2011, 270 p.
- Knaub R. V., Ignatieva A. V., *Prirodno-tekhnosfernaya bezopasnost’: ucheb-*

- no-metodicheskoe posobie* (Natural and technosphere safety: teaching aid), Tomsk, 2018. 72 p.
- Littell J. S., McKenzie D., Peterson D. L., Westerling A. L., Climate and wildfire area burned in western US ecoprovinces, 1916–2003, *Ecological Applications*, 2009, Vol. 19, No 4, pp. 1003–1021.
- Littell J. S., Peterson D. L., Riley K. L., Liu Y., Luce C. H., A review of the relationships between drought and forest fire in the United States, *Global Change Biology*, 2016, Vol. 22, No 7. P. 2353–2369.
- Loupian E. A., Balashov I. V., Bartalev S. A., Bourtsev M. A., Dmitriev V. V., Senko K. S., Krashennnikova Y. S., Lesnye pozhary na territorii Rossii: osobennosti pozharoopasnogo sezona 2019 g. (Forest fires in Russia: specifics of the 2019 fire season), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019. Vol. 16., No 5, pp. 356–363.
- Morgan P., Hardy C. C., Swetnam T. W., Rollins M. G., Long D. G., Mapping fire regimes across time and space: Understanding coarse and fine-scale fire patterns, *International Journal of Wildland Fire*, 2001, Vol. 10, No 4, pp. 329–342.
- Oficial'nyj sajt Ministerstva Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij*, 2021. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo> (date of the application: 05.07.2022).
- Peterson L. K., Bergen K. M., Brown D. G., Vashchuk L., Blam Y., Forested land-cover patterns and trends over changing forest management eras in the Siberian Baikal region, *Forest Ecology and Management*, 2009, Vol. 257, No 3, pp. 911–922.
- Puntsukova S., Contribution of the forests of the Republic of Buryatia to the development of a “green” economy, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 395, No 1, pp. 1–5, DOI: 10.1088/1755-1315/395/1/012009.
- Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub'ektov Rossijskoj Federatsii* (Regions of Russia. The main characteristics of the subjects of the Russian Federation). 2019. Stat. Sat., Moscow: State Committee of the Russian Federation on Statistics, 2019, 751 p.
- Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli* (Regions of Russia. Socio-economic indicators), Moscow: Federal State Statistics Service, 2018. URL: www.gks.ru (date of the application: 17.08.2018).
- Scholten R. C., Jandt R., Miller E. A., Rogers B. M., Veraverbeke S., Overwintering fires in boreal forests, *Nature*, 2021, Vol. 593, pp. 399–404, DOI: 10.1038/s41586-021-03437-y.
- Shubin D. A., Zalesov S. V., *Posledstviya lesnykh pozharov v sosnyakakh Priobskogo vodookhrannogo sosnovo-berezovogo lesokhozyaystvennogo rayona Altayskogo kraja* (The consequences

of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory), Yekaterinburg: Ural. state. forest engineering un-t, 2016, 127 p.

Sofronova T. M. Performance of various methods of fire weather danger rating in the South Lake Baikal forests, *Environmental observations, modeling and information systems-2: ENVIROMIS-2006: Abstracts of the 2nd International conference*, Tomsk: SCERT, 2006, Vol. 97, pp. 97–117.

Vilar L., Woolford D. G., David L. M., Martín M. P., A model for predicting human-caused wildfire occurrence in the region of Madrid, Spain, *International Journal of Wildland Fire*, 2010. Vol. 19, No 3, pp. 325–337.

Website *The University of Sydney*. URL: <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/12/07/3-billion-animals-impacted-by-fires-including-60000-koalas-repor.html> (date of the application: 15.07.2022).

DYNAMICS OF FOREST FIRES IN THE REPUBLIC OF BURYATIA

A. V. Ignateva¹, N. V. Baranovskiy²

¹*National Research Tomsk State University
Lenin ave., 36, Tomsk, 634050, Russia*

²*National Research Tomsk Polytechnic University
Lenin ave., 30a, Tomsk, 634050, Russia*

E-mail: anna_tomsktsu@mail.ru

Received: 11.06.2021

Revised: 11.07.2022

Accepted: 16.07.2022

The Republic of Buryatia is annually exposed to forest fires, resulting in significant damage to the economy, population and ecology of the region. The purpose of this study is to analyze and assess the fire hazard situation on the territory of the Republic of Buryatia from 2013 to 2019. The article presents an analysis of the affected and deceased population of the republic as a result of the impact of the damaging factors of fires. The article analyzes the fire hazard situation in the forestries of Buryatia based on the calculated values of the vulnerability of the territory to fires. According to the analysis of the vulnerability of forest areas, the greatest vulnerability is characteristic of forest areas with a higher population density and a predominance of pine forests in the species composition. Pine is highly combustible and, accordingly, contributes to the rapid spread of fires. The dynamics of the occurrence and spread of fires on the territory of the subject for the period from 2013 to 2019 is also analyzed. Most of the fires that are recorded in the Republic of Buryatia are anthropogenic in nature. Also in 2015, the largest areas of fires, the number of injured and dead people were noted on the territory of the republic.

Key words: *natural emergencies, fires, natural hazards, spread of fires, Republic of Buryatia, vulnerability of the territory from fires*

Рецензент: к. т. н. доцент Гоман П. Н.