

Научная статья

Original article

УДК 630*43:528.8 (571.54)

doi: 10.55186/2413046X_2024_9_9_377

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ
БУРЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ)**

**ASSESSMENT OF THE FOREST FIRES DYNAMICS IN THE REPUBLIC
OF BURYATIA USING REMOTE SENSING DATA (ON THE EXAMPLE
OF MODEL TERRITORIES)**



***Благодарность:** Исследование выполнено в рамках государственного задания БИП СО РАН № АААА-А21-121011590039-6 (мнемо-код 0273-2021-0003).*

***Acknowledgments:** The study was carried out within the framework of the state assignment of the BINM SB RAS No. АААА-А21-121011590039-6 (mnemo-code 0273-2021-0003).*

Намдаков Мунко Булатович, аспирант (соискатель) лаборатории экономики природопользования, ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, E-mail: namdakovmunko@gmail.com

Санжеев Эрдэни Доржиевич, к.г.н., старший научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, E-mail: esan@binm.ru

Namdakov Munko Bulatovich, postgraduate student (applicant) of the Laboratory of Environmental Economics, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, E-mail: namdakovmunko@gmail.com

Sanzheev Erdeni Dorzhievich, Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Environmental Economic, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, E-mail: esan@binm.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований динамики лесных пожаров на территории Республики Бурятия с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Сравнение статистических показателей, характеризующих лесные ресурсы Бурятии, с аналогичными данными по Дальневосточному Федеральному округу и по Российской Федерации показывает высокую значимость лесов, обусловленную большей долей защитных и водоохранных лесов в их общей структуре. В 90-х гг. прошлого века лесные пожары возникали нечасто и их площадь была небольшой. В начале XXI в. лесные пожары стали существенным фактором, определяющим состояние лесных ресурсов Республики Бурятия. На основе анализа лесных пожаров за период 1990-2023 гг. проведено ранжирование и выделены шесть групп районов по площади повреждения лесного фонда от пожаров. Определены периоды, когда леса наиболее сильно пострадали от лесных пожаров. Выявлены районы республики, где лесные пожары возникали ежегодно на протяжении длительного времени. На примере Мухоршибирского района, выбранного в качестве модельной территории, были показаны возможности использования ДЗЗ для определения динамики зарастания гарей. Сделаны выводы о том, что сочетание сложившихся природно-климатических условий и усиление антропогенного фактора на фоне институциональных изменений в лесном хозяйстве и хронического недофинансирования борьбы с пожарами способствовали увеличению площадей лесных пожаров в отдельных районах республики. Отмечена значительная дифференциация между районами республики по площадям лесного фонда, пострадавшим от пожаров. Наиболее сильный ущерб от лесных пожаров был нанесен лесам северных районов Бурятии. Предложенная периодизация возникновения лесных пожаров, подтверждает

сильное влияние антропогенного фактора на горимость лесов. Проведенные исследования показывают достаточно широкие возможности применения ДЗЗ для оценки состояния и динамики лесных ресурсов влияния на них лесных пожаров.

Abstract. The article presents the results of research into the dynamics of forest fires in the Republic of Buryatia, based on data obtained from remote sensing of the Earth (RSE). A comparison of statistical indicators characterizing the forest resources of the Republic of Buryatia with similar data for the Far Eastern Federal District and the Russian Federation demonstrates the significant role of forests in the region, particularly given the high proportion of protective and water protection forests in their overall structure. During the 1990s, forest fires were relatively infrequent and limited in extent. At the beginning of the 21st century, forest fires emerged as a significant factor influencing the condition of the forest resources of the Republic of Buryatia. The analysis of data regarding forest fires between the years 1990 and 2023 led to the creation of a ranking system, which identified six distinct groups of districts based on the extent of damage to the forest fund resulting from the occurrence of these fires. The periods during which the forests were most severely damaged by forest fires were identified. The districts of the republic where forest fires have occurred on an annual basis for an extended period of time were identified. The Mukhorshibirsky district, selected as a model territory, demonstrated the potential of remote sensing of the Earth for monitoring the dynamics of post-fire regrowth. It was determined that the conjunction of the existing natural and climatic conditions, coupled with the intensification of anthropogenic activity in the context of institutional shifts in forestry and the chronic underfunding of firefighting, has led to an increase in the extent of forest fires in specific regions of the republic. Significant differences were observed between the various districts of the republic with regard to the extent of forest areas affected by fires. The northern districts of Buryatia were the most severely affected by forest fires. The proposed periodization of forest fires confirms the

strong influence of the anthropogenic factor on forest flammability. The studies demonstrate a range of potential applications for the use of RSE in the assessment of the state and dynamics of the forest resources, as well as and the impact of forest fires on it.

Ключевые слова: лесные ресурсы, лесной фонд, мониторинг, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), лесные пожары, природно-климатические условия, ранжирование

Keywords: forest resources, forest fund, monitoring, remote sensing of the Earth (RSE), forest fires, natural and climatic conditions, ranking

Введение

Леса являются одним из главных компонентов в окружающей среде, играют важную роль в функционировании ландшафтов и выполняют средообразующие, регулирующие, водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и другие функции, которые необходимы для жизнедеятельности организмов, а также представляют собой глобальный регулятор природной среды. Поэтому их охране и рациональному использованию уделяется достаточно большое внимание со стороны государства и общества.

Однако с ростом масштабов антропогенного воздействия, глобального изменения климата отмечаются негативные процессы и явления, приводящие к ухудшению условий их существования и влияющие на их состояние и развитие. Несмотря на то, что оценка состояния лесов была и остается важным направлением мониторинга окружающей среды, тем не менее вопрос о совершенствовании методов и средств, методических основ организации мониторинговых наблюдений за текущим состоянием лесов остается открытым.

Одним из наиболее важных регионов Северной Азии с точки зрения охраны окружающей среды является Республика Бурятия, поскольку ее территория расположена на берегах оз. Байкал. На текущем этапе

использование лесных ресурсов Бурятии несет за собой многочисленные проблемы по его рационализации, разработке и внедрению новых методов лесопользования, организации лесовосстановления, реализации мер по поддержке естественного лесовозобновления. Поэтому для их решения необходимо исследование лесных ресурсов с использованием данных ДЗЗ на региональном уровне.

Материалы и методы исследования

Целью исследования являлась оценка современного состояния лесов Республики Бурятия с применением геоинформационных методов и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), с верификацией полученных данных.

Проведенные работы по оценке состояния лесных ресурсов опираются на данные и материалы Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз), Республиканского агентства лесного хозяйства (РАЛХ), филиала Федерального бюджетного учреждения «Российский центр защиты леса» «Центра защиты леса Республики Бурятия» (филиал ФБУ «Рослесзащита» – «ЦЗЛ Республики Бурятия»), Министерства природных ресурсов Республики Бурятия, фондовые материалы Байкальского института природопользования СО РАН (БИП СО РАН), официальные документы, монографии, статьи и прочие публикации по тематике исследований.

Исследование основано на системном, комплексном, аналитическом и типологическом подходах. При выполнении работ по теме исследования применялись методы: описания; статистический; сравнительно-географический; картографический; ГИС-технологий; дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Результаты и их обсуждение

Республика Бурятия отличается разнообразием лесных формаций и наличием лесов разной категории защитности. Леса республики характеризуются неравномерностью антропогенного влияния, что

обусловлено особенностями размещения населения и хозяйства по ее территории. Республика обладает значительными запасами лесных ресурсов (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика лесных ресурсов Республики Бурятия (РБ) и их доля в показателях Дальневосточного Федерального округа (ДФО) и Российской Федерации (РФ) по состоянию на 01.01.2024 г.*

Показатель	РБ	Доля РБ, %	
		в ДВФО	в РФ
Общая площадь территории, тыс. га	35133,41	5,1	2,0
Площадь земель, на которых расположены леса, тыс. га	29801,1	5,2	2,5
в том числе:			
лесные земли	21533,1	5,3	2,5
Земли, покрытые лесной растительностью	20616,6	6,2	2,7
Защитные леса	9408,9	9,0	3,3
в том числе:			
леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	55,2	23,8	1,3
леса, расположенные в водоохраных зонах	3014,2	98,0	15,0
леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов	369,1	10,3	1,7
ценные леса	5970,4	6,1	2,5
Эксплуатационные леса	9408,1	3,7	1,6
Резервные леса	8180,9	4,2	3,1
Общий запас древесины, млн м ³	2238,41	8,7	2,7

*Составлено авторами с использованием данных Рослесхоза [1; 2; 3].

Общая площадь земель, занятых лесами в Республике Бурятия, в том числе земель лесного фонда и земель иных категорий, по состоянию на 01.01.2024 г. составила 29801,1 тыс. га, или 84,8 % от общей площади республики. Лесистость территории Республики Бурятия составляет 63,8%, что выше в примерно в 1,3 раза аналогичных показателей по ДВФО – 49,5% и по РФ – 46,4%. Высокий удельный вес защитных лесов почти в 1,4 раза выше аналогичного показателя в целом по стране. «Площадь защитных лесов в отличие от аналогичных среднероссийских показателей составляет существенную долю в лесных землях. Это указывает на их высокую ценность и необходимость охраны и рационального использования» [4]. На

территории Республики Бурятия высока доля лесов, находящихся в водоохранных зонах, что обусловлено расположением республики на берегах оз. Байкал.

Исследованию лесных ресурсов Республики Бурятия посвящено достаточно много работ. Особого внимания заслуживают исследования, посвященные изучению лесных пожаров. В результате пожаров практически полностью уничтожаются леса и наносится непоправимый ущерб природным комплексам территории, а процессы естественного восстановления занимают достаточно продолжительное время. Сложная ситуация с пожароопасной обстановкой в лесах Республики Бурятия вызвала повышенный интерес к данной проблеме со стороны ученых.

Наиболее обстоятельно проблема лесных пожаров в Республике Бурятия представлена в работах Т.А. Борисовой. В том числе, проанализирована динамика лесных пожаров и определены ущербы [5], разработана и апробирована методика геоинформационного картографирования лесных пожаров на основе статистических материалов [6], проведена оценка рисков природных пожаров и составлена карта, которая иллюстрирует интегральный лесопожарный риск на территории бассейна оз. Байкал [7].

Немаловажным фактором является влияние лесных пожаров на состояние отдельных компонентов геосистем. В статье [8] рассмотрено влияние лесных пожаров на гидрологический и гидрохимический режим рек, выявлена обратная корреляционная зависимость между количеством атмосферных осадков и числом пожаров, установлена связь между аномальными показателями уровня и расхода воды в р. Брянке в 2012 г. и напряженной лесопожарной обстановкой в предыдущий год.

В настоящее время в результате интенсивного использования природных ресурсов для разных сфер хозяйственной деятельности происходит постоянная трансформация экосистем, что определяет необходимость проведения быстрого анализа состояния окружающей среды. Особенно это

актуально для труднодоступных для наземного обследования мест и видов природопользования, которые связаны с нарушением лесов. Традиционные отраслевые статистические данные не дают полной и реальной картины динамики региональных геосистем, поэтому, начиная с конца XX в., для этого активно применяются технологии и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные технологии [9]. С точки зрения нашего исследования интересна статья [10], в которой показано применение картографо-статистического метода для определения областей антропогенного воздействия на возникновение лесных пожаров. Заслуживает внимания работа [11], где дана оценка изменения лесного покрова в результате природно-антропогенного воздействия и сравнительный анализ результатов, полученных по статистическим архивным данным и данным ДЗЗ.

Важнейшим направлением исследований является выявление предпосылок и условий, установление причин возникновения лесных пожаров. Достаточно подробно природные и антропогенные факторы возникновения лесных пожаров на территории Бурятии рассмотрены в трудах [12; 13].

Согласно Лесному плану Республики Бурятия основными причинами возникновения пожаров были: от неосторожного обращения с огнем населения – 81,1%; от гроз – 14,3%; от сельскохозяйственных палов – 4,6%. Анализ лесопожарной обстановки в Республики Бурятия на протяжении многих лет показывает, что основной причиной возникновения лесных пожаров является человеческий фактор [14]. В Республике Бурятия 86% лесных пожаров возникло по вине человека (местное население, нарушения при лесозаготовках, сельхозпалы, туристы) [15]. Как видим, в основном леса республики страдают от лесных пожаров, возникших вследствие жизнедеятельности человека. С целью профилактики лесных пожаров сотрудники РАЛХ проводят активную противопожарную пропаганду (показ

видеороликов по телевидению, публикации в СМИ, социальных сетях и мессенджерах, беседы, лекции и т.д.).

Леса Бурятии отличаются чрезвычайно высокой горимостью, определяемой природно-климатическими особенностями региона, а также видовым составом преобладающих светлохвойных древесных пород [16]. На основании анализа динамики коэффициента засушливости Е.А. Кочугова указывает, что «...засушливость растет и начиная с 2002 г. засушливые периоды стали наблюдаться чаще» [17]. «В результате анализа данных метеорологических станций выявлено, что погодные условия 2003–2004, 2015–2017 гг. способствовали высокой горимости лесов» [18]. В работе Р.С. Сычева и др. на основе «...проведенного корреляционного анализа в контрастных по климатическим условиям лесничествах Восточного Прибайкалья и Селенгинского среднегорья установлено, что в большинстве случаев значимыми для пожаров являются температура воздуха и осадки. Выявлено, что влажность почвы оказывает заметное влияние на показатели пожаров» [19].

Таким образом, среди погодно-климатических условий наибольшее значение для возникновения лесных пожаров имеют засушливость, погодные условия, температура воздуха, количество осадков и связанная с ними влажность почвы. Представленная в данных работах информация вполне согласуется с полученными данными.

Негативную роль в ухудшении организации охраны лесов от пожаров сыграли реформы лесного хозяйства, связанные с принятием в 2006 г. нового Лесного кодекса. В соответствии с данным кодексом была ликвидирована государственная лесная охрана с системой Авиалесоохраны как единая структура в масштабах страны. Соответственно, за тушение пожаров в лесах разных категорий отвечают разные ведомства. Ведется строгий контроль за использованием бюджетных средств, выделяемых на борьбу с пожарами. Ведомственная разобщенность затрудняет проведение эффективной борьбы с

пожарами. Помимо этого, негативными последствиями несовершенства лесного законодательства в борьбе с лесными пожарами являются сокращение численности лесной охраны и недостаточное финансирование противопожарного обустройства лесов и тушения лесных пожаров [12]. Поэтому необходимо внесение изменений в действующее законодательство, создание единой надведомственной структуры по охране лесов, координация усилий разных ведомств по борьбе с лесными пожарами и совершенствование бюджетного финансирования, направленного на организацию системы мониторинга и своевременного предупреждения лесных пожаров. Этому может способствовать более широкое применение ДЗЗ.

Нами проанализированы показатели по площадям лесных пожаров в разрезе административных районов Республики Бурятия за более чем 30-летний период (1990-2023 гг.) и проведена оценка состояния лесных ресурсов на модельных территориях. В работе использовались результаты обработки разновременных космоснимков высокого и среднего пространственного разрешения спутников Sentinel и Landsat, данные полевых обследований и статистическая информация. Все работы по дешифрированию космоснимков и построению карт проводились с использованием программы ArcGIS 10.2.2 (рис. 1).

Собранные и проанализированные материалы позволили подсчитать в разрезе районов республики площади лесного фонда, пройденные лесными пожарами. В ходе работы были выявлены районы, которые имеют наибольшие показатели повреждения лесов вследствие пожаров (рис. 2).

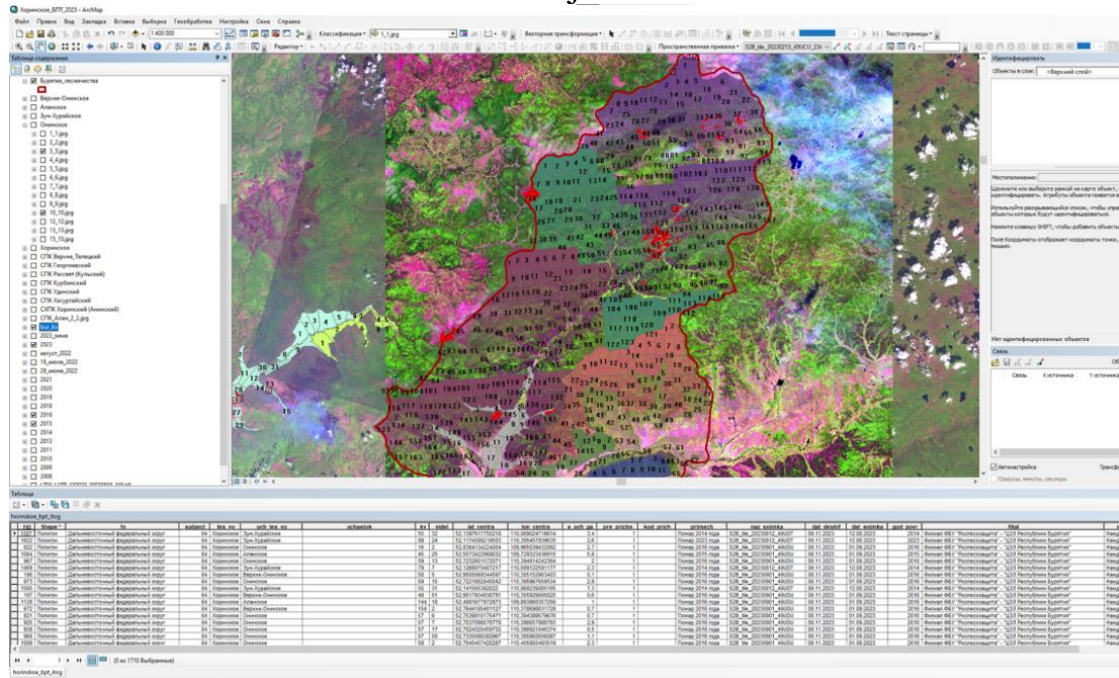


Рисунок 1. Фрагмент диалогового окна программы ArcGIS 10.2.2 с наложением космоснимка на карту местности в границах Республики Бурятия

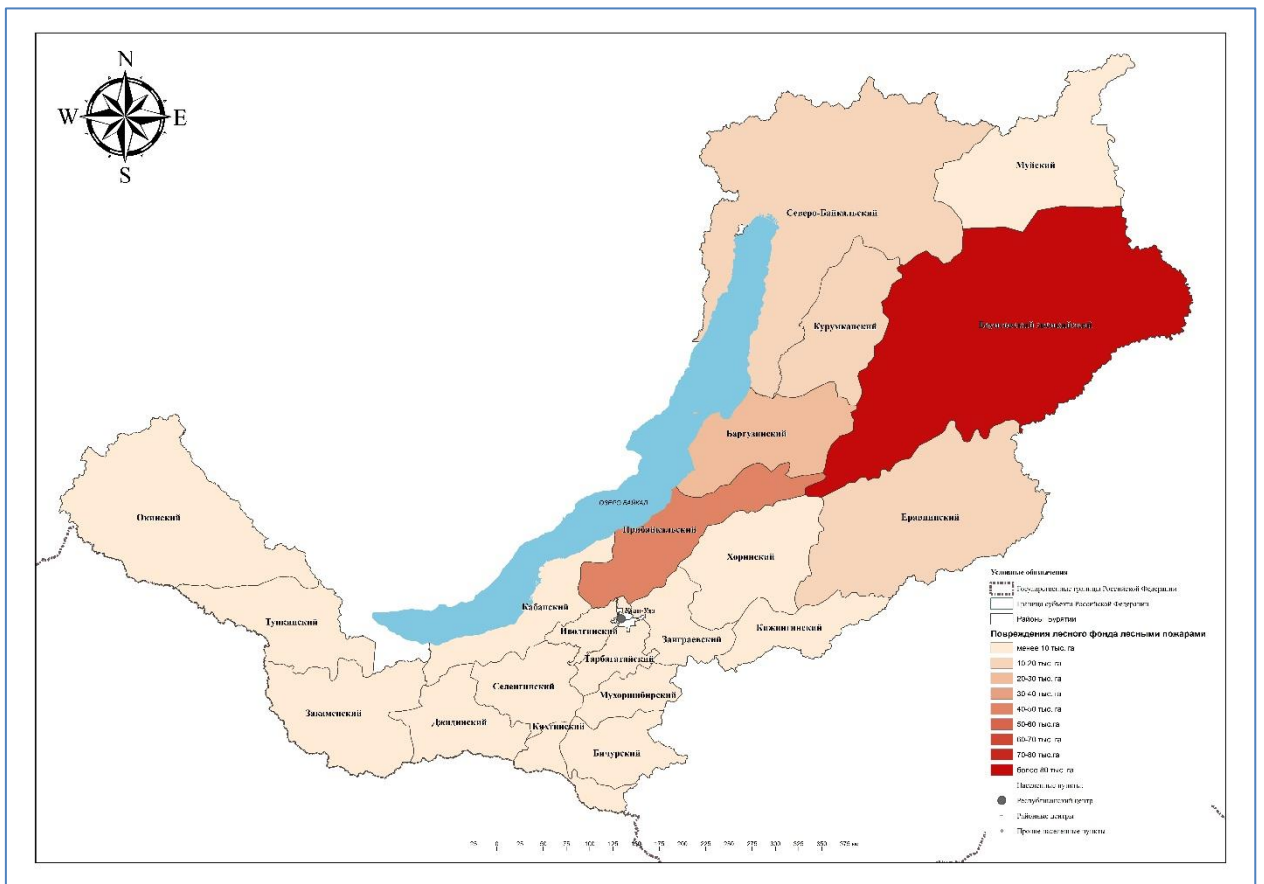


Рисунок 2. Ранжирование районов Республики Бурятия, по площадям лесного фонда, пройденных лесными пожарами в 1990-2023 гг.

В процессе обработки статистических данных по пожарам были определены периоды по районам республики, в которые происходило наибольшее число лесных пожаров (таблица 2). Во выделенных временных промежутках пожары фиксировались ежегодно, в лучшем случае, имелся интервал в один год без лесных пожаров. Всего было вычленено пять условных периодов от 0 до IV по площади лесов, пройденной пожарами:

– 0 период, 1990-2000 гг. Характеризуется малым числом возгораний и сравнительно небольшой площадью лесных пожаров. В лидерах были Джидинский, Кижингинский районы, городской округ Улан-Удэ;

– I период, 2001-2003 гг., захватывая в отдельных случаях 2004-2005 гг. Начало 2000-х годов ознаменовалось значительным ростом числа возгораний и площадей лесных пожаров в сравнении с 90-ми годами прошлого века. Наибольшая площадь лесных пожаров в этот период отмечается в Баунтовском, Баргузинском, Прибайкальском, Кижингинском и Муйском районах. Обращает на себя внимание, что это достаточно отдаленные и труднодоступные в транспортном отношении районы республики;

– II период, 2008-2011 гг., в отдельных районах заканчивается 2013 г., 2015 г. Площадь, пройденная пожарами не превышает 1,8 тыс. га. Среди районов-лидеров можно выделить Бичурский, Баунтовский и Закаменский районы. В прочих районах площадь пожаров составляла менее 1,0 тыс. га;

– III период, 2011-2017 гг., окончание периода также идентифицируется в 2018–2022 гг. Это наиболее пожароопасный период, площадь лесных пожаров достигла своего пика. В семи районах республики площадь, пройденная пожарами, составила более 85,0% за весь 34-летний период. В качестве лидирующих районов можно назвать Баунтовский, Прибайкальский, Баргузинский, Северо-Байкальский, Еравнинский, Хоринский и Муйский районы.

Таблица 2. Периодизация возникновения лесных пожаров по районам Республики Бурятия и доля их площади за период 1990-2023 гг.*

№ п/п	Административные районы	0 период	Площадь пройденная пожарами, га	I период	Площадь пройденная пожарами, га	II период	Площадь пройденная пожарами, га	III период	Площадь пройденная пожарами, га	IV период	Площадь пройденная пожарами, га	Всего, площадь пройденная пожарами, га	
	<i>Первая группа</i>												
1	Баунтовский	-	-	2001-2006	10456,8	2008-2011	1132,7	2014-2022	70018,0	-	-	81607,5	
	<i>Вторая группа</i>												
2	Прибайкальский	1993	4,0	2003	1200,6	2008	7,8	2011-2019	42627,6	2022	7,8	43847,8	
	<i>Третья группа</i>												
3	Баргузинский	-	-	2003-2004	1588,3	2007-2011	562,1	2013-2018	24803,7	2020-2022	405,2	27359,3	
4	Северо-Байкальский	1993	35,5	2000	76,7	2003	258,3	2005-2022	19567,2	-	-	19937,7	
5	Курумканский	1996	18,8	2001-2003	67,7	2005-2008	500,7	2010-2011	1138,2	2013-2021	14303,4	16028,8	
6	Еравнинский	-	-	2004	8,0	2011	490,2	2013-2020	13146,3	2023	83,1	13727,6	
	<i>Четвертая группа</i>												
7	Хоринский	1999-2001	45,1	2003-2005	230,9	2007-2009	379,8	2011-2019	8643,7	2022	35,5	9335,0	
8	Муйский	1994	23,0	2001-2005	692,8	2008	68,0	2011-2022	4665,8	-	-	5449,6	
9	Кижингинский	1996-2000	809,2	2003	775,9	2005-2009	556,5	2011-2016	1855,7	2019-2020	29,9	4027,2	
10	Кабанский	1990-2000	65,8	2003-2004	464,5	2009-2011	150,7	2014-2018	2512,6	2020	26,1	3219,7	
11	Бичурский	-	-	2003	5,6	2007-2009	1737,2	2011	41,4	2015-2022	714,4	2498,6	
12	Селенгинский	1996-1997	123,2	2000-2003	210,6	2008-2011	150,6	2015-2019	1189,3	2023	118,5	1792,2	
13	Закаменский	1997	72,1	-	-	2012-2013	1022,4	2017	180,4	2022-2023	26,1	1301,0	
	<i>Пятая группа</i>												
14	Заиграевский	-	-	2002-2003	77,2	2008	16,2	2015-2017	188,7	2019-2022	350,5	632,6	
15	Джидинский	1999-2000	219,0	2003	111,5	2009	93,8	2012-2017	48,3	2020-2023	46,6	519,2	
16	Иволгинский	1990-1993	4,7	2003-2004	11,7	2008-2011	150,3	2013-2016	173,4	2018-2022	102,2	442,3	
17	Мухоршибирский	-	-	-	-	2008-2011	21,8	2015	101,1	2017-2022	34,2	157,1	
18	Окинский	-	-	-	-	2015	8,0	2017	108,5	2022-2023	19,6	136,1	
	<i>Шестая группа</i>												
19	Кяхтинский	-	-	-	-	2009-2010	22,9	2013-2016	29,7	2018-2022	32,6	85,2	
20	Тарбагатайский	-	-	-	-	-	-	2014	14,7	-	-	14,7	
21	городской округ Северобайкальск	-	-	-	-	-	-	2016	4,3	-	-	4,3	
22	городской округ Улан-Удэ	1990	28,7	-	-	-	-	-	-	-	-	28,7	
	Всего по республике:			1449,1		15978,8		7330,0		191058,6		16335,7	232152,2

*Составлено авторами с использованием официальных данных РАЛХ и филиала ФБУ «Рослесзащита» – «ЦЗЛ Республики Бурятия».

– IV период, 2018-2022 гг., реже заканчивается в 2023 г. Этот период характеризуется стабилизацией пожароопасной обстановки в лесах и сравнительно небольшими площадями сгоревшего леса. Безусловный лидер в этот период – Курумканский район. Также можно назвать Бичурский, Баргузинский и Заиграевский районы.

Данная периодизация достаточно условна, начало и конец периодов пожарной опасности по отдельным районам не совпадают. Тем не менее, это позволяет наглядно показать наиболее пожароопасные периоды и определить районы, отличавшиеся наибольшей площадью лесных пожаров. В некоторых районах республики можно отметить достаточно длительные периоды с ежегодными пожарами. В Северо-Байкальском районе лесные пожары продолжались 18 лет (2005-2022). Также это было характерно для Муйского района – 12 лет (2011-2022), Баунтовского – 9 лет (2014-2022), Курумканского – 9 лет (2013-2021), Хоринского – 9 лет (2011-2019), Бичурского – 8 лет (2015-2022), Еравнинского – 8 лет (2013-2020), Прибайкальского – 7 лет (2013-2019). Как правило, эти районы характеризуются наибольшей площадью, пройденной лесными пожарами.

Наибольшая площадь лесных пожаров по республике отмечается в 2003 г., 2011 г. и наиболее пожароопасный период 2014-2019 гг. Особенно сильные лесные пожары были в 2015-2016 гг., когда в совокупности за два года площадь, пройденная пожарами, составила 70,8% от всей площади за 34-летний период.

Транспортная труднодоступность территории осложнила работы по тушению лесных пожаров в Баунтовском, Баргузинском, Северо-Байкальском, Курумканском и Еравнинском районах. В случае своевременного реагирования и транспортной доступности территории их площадь могла быть значительно меньше. В работе Ц.З. Доржиева и др. отмечается, что «...чем выше плотность населения, чем больше количество пожаров, тем ниже площади пожаров. Следовательно, в этих районах

противопожарная служба работает более оперативно в силу доступности очагов пожаров (сеть дорог, техника и т. д.). В отдаленных и малозаселенных районах, где практически нет дорог ко многим местам, меньше пожаров, но при их возникновении трудно бороться» [20].

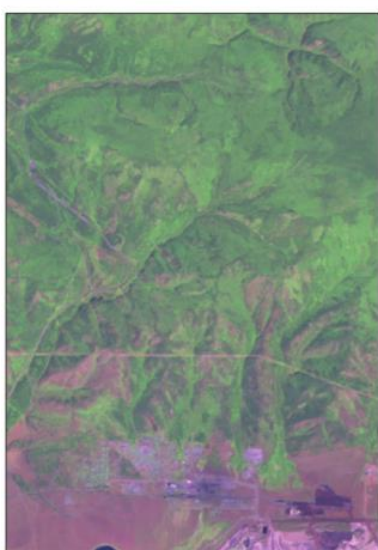
Как показывает анализ, безусловным лидером по площадям, пройденным лесными пожарами, стал Баунтовский район, самый большой по площади территории среди районов республики (таблица 2). В основном в период с 2001 по 2022 гг. пожары прошли по лесам данного района. Особенно неблагоприятным был 2016 г. когда выгорело более 42,0 тыс. га лесов, что составило 51,5% от всей площади, пройденной пожарами за этот период. Также к числу лидеров относится Прибайкальский район, где за период 2011-2019 гг. сгорело леса на площади 42,6 тыс. га или 97,2% от всей площади, пройденной пожарами за 34-летний период. Несмотря на то, что общая площадь лесных пожаров здесь почти в два раза меньше, чем в Баунтовском районе, тем не менее, этот район также выделен в отдельную группу. В Прибайкальском районе в сравнении с Баргузинским районом, площадь лесных пожаров в 1,6 раза больше. В прочих районах показатели значительно меньше.

На примере Мухоршибирского района Республики Бурятия, который был выбран в качестве модельной территории, проведен анализ разновременных космоснимков (рис. 3), позволивший выявить площади лесных пожаров и определить динамику лесовосстановления.

Анализ динамики площадей лесных пожаров, позволяет утверждать, что до 2010 г. Мухоршибирский район относился к территориям с наиболее благополучной ситуацией и площади пожаров были сравнительно небольшими. Однако, начиная с 2011 г., резко увеличилось количество, частота возникновения (практически ежегодно) и площадь лесных пожаров.

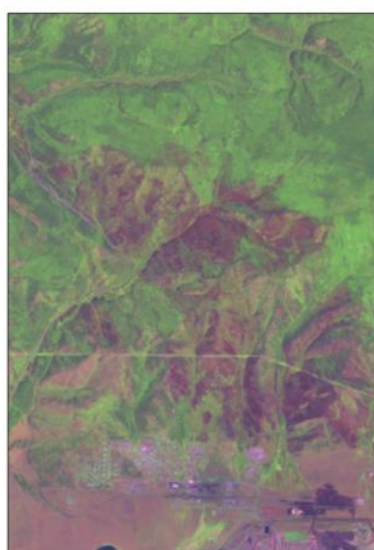
На представленных фрагментах космоснимков (рис. 3) отчетливо видно, что в наиболее неблагоприятном пожароопасном 2015 г. пожарами были

уничтожены значительные площади леса в Мухоршибирском районе. Согласно официальным данным, общая площадь лесных пожаров составила 101,1 га, что составляет 64,4% от общей площади, пройденной пожарами за 34-летний период. Это показывает, насколько опасно неосторожное обращение с огнем при суммарном воздействии различных факторов, в том числе циклических колебаний климата и сложившихся в 2015 г. погодноклиматических условий, способствующих возникновению и распространению лесных пожаров.



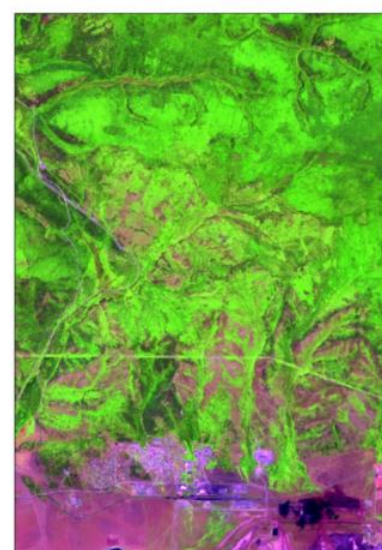
До лесного пожара
(Landsat 8 – 2014 г.)

а



В год лесного пожара
(Landsat 8 – 14 августа 2015 г.)

б



По истечении пяти лет
после пожара
(Sentinel 2 – 6 июля 2020 г.)

в

Рисунок 3. Состояние насаждений на модельной территории Мухоршибирский район Республики Бурятия по наблюдениям разных лет

На космоснимке за 2015 г. (рис. 3б) наглядно отражено, что лесные пожары в Мухоршибирском районе были локализованы в транспортно труднодоступной горной местности. Этим обуславливаются трудности тушения лесных пожаров и проведение работ по лесовосстановлению. По существующим нормативам, на горных склонах крутизной более 12% затруднена организация искусственных лесопосадок, поэтому в этой

местности они не проводились. По истечении пяти лет после лесных пожаров (рис. 3в) следует отметить положительную динамику естественного возобновления лесной растительности на участках, пройденных пожарами. Однако дешифрирование космоснимков показывает зарастание гарей кустарниками и быстрорастущими лиственными породами, что подтверждается данными полевых обследований.

Значительные площади лесных пожаров в Республике Бурятия за период 1990-2023 гг. показывают, что для оперативного выявления очагов лесных пожаров необходимо более широкое использование данных дистанционного зондирования Земли. Использование ДЗЗ позволяет не только своевременно выявлять очаги возгорания, но и оперативно отслеживать лесовосстановительные процессы, разрабатывать мероприятия по организации лесопосадок.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что основным фактором, определяющим современное состояние лесных ресурсов на территории Республики Бурятия являются лесные пожары. Начало XXI века можно охарактеризовать сочетанием благоприятных природно-климатических условий, в том числе повышение засушливости климата, температуры воздуха и сокращением объема осадков, снижением влажности почвы с усилением антропогенного фактора и др., которые способствовали возникновению лесных пожаров. Изменение действующего законодательства, реформирование системы государственного управления по борьбе с лесными пожарами и недостаток финансирования внесли свой негативный вклад в сложившуюся пожароопасную обстановку.

Выделенные группы районов по площади наиболее пострадавшие от лесных пожаров за период 1990-2023 гг., показывают ее достаточно резкую дифференциацию. Например, за весь рассматриваемый период площадь пожаров составляла от менее чем 0,1 тыс. га в Тарбагатайском районе до

свыше 80,0 тыс. га в Баунтовском районе. Проведенный анализ позволил выявить пять разных периодов, в которые происходило наибольшее число лесных пожаров. Несовпадение начала и окончания периодов, косвенно свидетельствуют о сильном влиянии антропогенного фактора, который при сложившихся природно-климатических условиях, становился определяющим в ряде районов.

В работах разных авторов отмечается, что в территориальном отношении наибольшими площадями сгоревшего леса характеризуются северные районы республики, что объясняется их транспортной труднодоступностью. Отметим, что преимущественно в северных районах республики выделены периоды с ежегодными лесными пожарами. Использование данных дистанционного зондирования Земли позволило выявить динамику естественного зарастания гарей на лесных участках в Мухоршибирском районе.

Проведенное ранжирование районов республики по площадям, пройденным лесными пожарами, могут стать основой для оценки экономического ущерба, использоваться для разработки мероприятий по борьбе с лесными пожарами, определения необходимого объема инвестиций для охраны леса и проведения лесопосадок, планирования и организации работ по лесовосстановлению на различных участках. Использование данных ДЗЗ для оценки состояния лесного фонда и ведения мониторинговых наблюдений способствует своевременному выявлению очагов возникновения лесных пожаров, определению степени зарастания гарей и оценке естественного лесовозобновления на пострадавших участках леса.

Список источников

1. Лесистость территории, %, на 01.01.2024 / Федеральное агентство лесного хозяйства (официальный сайт) [Электронный ресурс] // <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestCover> (дата обращения: 10.09.2024)

2. Сведения о землях лесного фонда, на 01.01.2024 / Федеральное агентство лесного хозяйства (официальный сайт) [Электронный ресурс] // <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestFund> (дата обращения: 10.09.2024)
3. Площадь лесных земель, тыс. га, на 01.01.2024 / Федеральное агентство лесного хозяйства (официальный сайт) [Электронный ресурс] // <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestlandArea> (дата обращения: 10.09.2024)
4. Санжеев Э.Д., Намдаков М.Б. Рекреационное лесопользования в регионах Северной Азии (на примере Республики Бурятии) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2023. № 2. С. 103-114. doi: 10.18522/1026-2237-2023-2-103-114
5. Борисова Т.А. Лесные пожары в Бурятии: причины и следствия // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 2. С. 78-84.
6. Борисова Т.А., Бешенцев А.Н. Геоинформационная оценка рисков лесных пожаров в бассейне озера Байкал по материалам государственной статистики // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2021. Т. 26, № 6. С. 6-65. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-6-56-65
7. Борисова Т.А. Интегральный риск лесных пожаров в бассейне озера Байкал // Трансграничные территории Востока России: факторы, возможности и барьеры развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Улан-Удэ, 06–08 сентября 2021 г.). Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2021. С. 177-181. DOI: 10.18101/978-5-9793-1654-3-2021-1-395
8. Украинцев А.В., Плюснин А.М., Чернявский М.К. Воздействие лесных пожаров на состояние рек Заиграевского района Республики Бурятии // Водные ресурсы. 2019. Т. 46, № 1. С. 14-23. doi: 10.31857/S0321-059646114-23

9. МаксUTOва Н.К. ГИС-технологии в природоохранной деятельности // Вузовская наука – региону: материалы XIII Всерос. науч.-техн. конф., Вологда, 25 февраля 2015 г. Вологда: ВоГУ, 2015. С. 129-132.
10. Картирование лесных пожаров в совокупности с антропогенными объектами и лесными породами в окрестностях Восточно-Сибирской железной дороги / А.В. Базаров, Р.С. Сычев, А.С. Базарова, О.В. Базарова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19, № 5. С. 89-100. doi: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-89-100
11. Оценка антропогенной нарушенности лесов по данным MODIS NDVI (на примере Заиграевского лесничества, Республика Бурятия) / Б.В. Содномов, А.А. Аюржанаев, Б.З. Цыдыпов, Е.Ж. Гармаев // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2018. Т. 11, № 8. С. 902-908. DOI: 10.17516/1999-494X-0112.
12. Тулохонов А.К., Пунцукова С.Д. Лесные пожары в Республике Бурятия в условиях изменения климата // Общество: политика, экономика, право. 2016. № 3. С. 72-78.
13. Багинова О.Д., Алтаев А.А. Лесные пожары в Бурятии // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 9. С. 50-53.
14. Лесной план Республики Бурятия, утв. постановлением Правительства Республики Бурятия от 28.12.2018 г. № 763 [Электронный ресурс] // <https://egov-buryatia.ru/ralh/activities/documents/lesnoy-plan/> (дата обращения: 10.09.2024)
15. Игнатьева А.В., Барановский Н.В. Динамика лесных пожаров в Республике Бурятия Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5, № 2. С. 140-159. doi: 10.31509/2658-607x-202252-107
16. Иметхенов А.Б. Лесные пожары Бурятии: анализ современного состояния и некоторые рекомендации по проведению профилактических работ // Актуальные вопросы техносферной безопасности: мат-лы VIII Всерос. науч.-

практ. конф. (Максимиха, 15–18 сентября 2015 г.). Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2015. С. 75-79.

17. Кочугова Е.А. Пространственно-временная изменчивость атмосферного увлажнения на территории Бурятии в вегетационный период // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2022. № 3. С. 33-40. doi: 10.18101/2587-7143-2022-3-33-40

18. Влияние изменения климата на экосистемные услуги лесных земель юга Восточной Сибири / Б.З. Цыдыпов, Е.Ж. Гармаев, Б.О. Гомбоев, А.А. Аюржанаев, Б.В. Содномов, С.Д. Пунцукова, С.Г. Андреев, М.А. Мотошкина // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Том 86, № 1. С. 82-97. doi: 10.31857/S2587556622010125

19. Сычев Р.С., Базаров А.В., Бадмаев Н.Б. Использование метеорологических данных ВЕГА-Science для изучения различий в возникновении пожарной опасности в аридных и гумидных ландшафтах Байкальского региона // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17, № 3. С. 127-134. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-3-127-134

20. Лесные пожары в Республике Бурятия за 2002-2016 гг. / Ц.З. Доржиев, Бао Юухай, Е.Н. Бадмаева, В. Батсайхан, Ч.Б. Урбазаев, Юшань // Природа Внутренней Азии. 2017. № 3 (4). С. 22-37. doi: 10.18101/2542-0623-2017-3-22-37.

References

1. Lesistost` territorii, %, na 01.01.2024 / Federal`noe agentstvo lesnogo khozyajstva (oficial`ny`j sajt) [E`lektronny`j resurs] // <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestCover> (data obrashheniya: 10.09.2024)

2. Svedeniya o zemlyax lesnogo fonda, na 01.01.2024 / Federal`noe agentstvo lesnogo khozyajstva (oficial`ny`j sajt) [E`lektronny`j resurs] //

<https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestFund> (data obrashheniya: 10.09.2024)

3. Ploshhad` lesny`x zemel`, ty`s. ga, na 01.01.2024 / Federal`noe agentstvo lesnogo xozyajstva (oficial`ny`j sajt) [E`lektronny`j resurs] // <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestlandArea> (data obrashheniya: 10.09.2024)

4. Sanzheev E`.D., Namdakov M.B. Rekreacionnoe lesopol`zovaniya v regionax Severnoj Azii (na primere Respubliki Buryatii) // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvenny`e nauki. 2023. № 2. S. 103-114. doi: 10.18522/1026-2237-2023-2-103-114

5. Borisova T.A. Lesny`e pozhary` v Buryatii: prichiny` i sledstviya // Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoe`kologiya. 2017. № 2. S. 78-84.

6. Borisova T.A., Beshencev A.N. Geoinformacionnaya ocenka riskov lesny`x pozharov v bassejne ozera Bajkal po materialam gosudarstvennoj statistiki // Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i texnologij). 2021. T. 26, № 6. S. 6-65. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-6-56-65

7. Borisova T.A. Integral`ny`j risk lesny`x pozharov v bassejne ozera Bajkal // Transgranichny`e territorii Vostoka Rossii: faktory`, vozmozhnosti i bar`ery` razvitiya: materialy` Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Ulan-Ude`, 06–08 sentyabrya 2021 g.). Ulan-Ude`: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 2021. S. 177-181. DOI: 10.18101/978-5-9793-1654-3-2021-1-395

8. Ukrainev A.V., Plyusnin A.M., Chernyavskij M.K. Vozdejstvie lesny`x pozharov na sostoyanie rek Zaigraevskogo rajona Respubliki Buryatii // Vodny`e resursy`. 2019. T. 46, № 1. S. 14-23. doi: 10.31857/S0321-059646114-23

9. Maksutova N.K. GIS-texnologii v prirodooxrannoju deyatel`nosti // Vuzovskaya nauka – regionu: materialy` XIII Vseros. nauch.-texn. konf., Vologda, 25 fevralya 2015 g. Vologda: VoGU, 2015. S. 129-132.

10. Kartirovanie lesny`x pozharov v sovokupnosti s antropogenny`mi ob`ektami i lesny`mi porodami v okrestnostyax Vostochno-Sibirskoj zheleznoj dorogi / A.V.

Bazarov, R.S. Sy`chev, A.S. Bazarova, O.V. Bazarova // Sovremennyy`e problemy` distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2022. T. 19, № 5. S. 89-100. doi: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-89-100

11. Ocenka antropogennoj narushennosti lesov po dannym MODIS NDVI (na primere Zaigraevskogo lesnichestva, Respublika Buryatiya) / B.V. Sodnomov, A.A. Ayurzhanayev, B.Z. Cydy`pov, E.Zh. Garmaev // Zhurnal Sibirskogo federal`nogo universiteta. Tekhnika i texnologii. 2018. T. 11, № 8. S. 902-908. DOI: 10.17516/1999-494X-0112.

12. Tuloxonov A.K., Punczukova S.D. Lesny`e pozhary` v Respublike Buryatiya v usloviyax izmeneniya klimata // Obshhestvo: politika, e`konomika, pravo. 2016. № 3. S. 72-78.

13. Baginova O.D., Altaev A.A. Lesny`e pozhary` v Buryatii // Bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti. 2019. № 9. S. 50-53.

14. Lesnoj plan Respubliki Buryatiya, utv. postanovleniem Pravitel`stva Respubliki Buryatiya ot 28.12.2018 g. № 763 [E`lektronny`j resurs] // <https://egov-buryatia.ru/ralh/activities/documents/lesnoy-plan/> (data obrashheniya: 10.09.2024)

15. Ignat`eva A.V., Baranovskij N.V. Dinamika lesny`x pozharov v Respublike Buryatiya Voprosy` lesnoj nauki. 2022. T. 5, № 2. S. 140-159. doi: 10.31509/2658-607x-202252-107

16. Imetxenov A.B. Lesny`e pozhary` Buryatii: analiz sovremennogo sostoyaniya i nekotory`e rekomendacii po provedeniyu profilakticheskix rabot // Aktual`ny`e voprosy` texnosfernoj bezopasnosti: mat-ly` VIII Vseros. nauch.-prakt. konf. (Maksimixa, 15–18 sentyabrya 2015 g.). Ulan-Ude`: Izd-vo VSGUTU, 2015. S. 75-79.

17. Kochugova E.A. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost` atmosfernogo uvlazhneniya na territorii Buryatii v vegetacionny`j period // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya. 2022. № 3. S. 33-40. doi: 10.18101/2587-7143-2022-3-33-40

18. Vliyanie izmeneniya klimata na e`kosistemny`e uslugi lesny`x zemel` yuga Vostochnoj Sibiri / B.Z. Cydy`pov, E.Zh. Garmaev, B.O. Gomboev, A.A. Ayurzhanaev, B.V. Sodnomov, S.D. Punczukova, S.G. Andreev, M.A. Motoshkina // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2022. Tom 86, № 1. S. 82-97. doi: 10.31857/S2587556622010125

19. Sy`chev R.S., Bazarov A.V., Badmaev N.B. Ispol`zovanie meteorologicheskix dannyx VEGA-Science dlya izucheniya razlichij v vzniknovenii pozharnoj opasnosti v aridny`x i gumidny`x landshaftax Bajkal`skogo regiona // Sovremenny`e problemy` distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2020. T. 17, № 3. S. 127-134. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-3-127-134

20. Lesny`e pozhary` v Respublike Buryatiya za 2002-2016 gg. / Cz.Z. Dorzhiev, Bao Yuuxaj, E.N. Badmaeva, V. Batsajxan, Ch.B. Urbazaev, Yushan` // Priroda Vnutrennej Azii. 2017. № 3 (4). S. 22-37. doi: 10.18101/2542-0623-2017-3-22-37.

© *Намдаков М.Б., Санжеев Э.Д., 2024. Московский экономический журнал,*

2024, № 9.