

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 911.52:502.05

doi: 10.17072/2079-7877-2022-3-6-18

**ПОСЛЕПОЖАРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО ХРЕБТА**Анна Юрьевна Бибаева^{1✉}, Алексей Александрович Макаров², Василий Николаевич Ноговицын³^{1,3} Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия² Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия¹ rav_a86@mail.ru, Author ID: 771734[✉]² mak@geogr.isu.ru, Author ID: 111580³ nv.plus.mk@yandex.ru

Аннотация. Вследствие глобального изменения климата все чаще возникают неблагоприятные явления погоды, такие как засухи, вызывающие увеличение как числа пожаров, так и пройденных ими площадей. В июне-сентябре 2015 г. в Западном Прибайкалье прошли катастрофические пожары, которым предшествовали годы с длительными периодами чрезвычайной пожарной опасности по условиям погоды. В результате пирогенному воздействию подверглись природные комплексы не только на землях лесного фонда, но и в пределах особо охраняемых природных территорий – Прибайкальском национальном парке и Байкало-Ленском заповеднике. Пожары носили, преимущественно, характер интенсивных низовых, низовых устойчивых и почвенных. В июле 2020 г. проведены полевые исследования в центральной части Западного Прибайкалья с целью изучения восстановления растительного компонента природных комплексов на пятилетних гарях. Маршрут исследования проложен ортогонально простирающуюся оси Приморского хребта в его северной части. В работе представлены описания восстановления растительности на гарях различных местоположений в зависимости от интенсивности и вида пожара, этапов дигрессии и демутиации; приводится характеристика растительности допожарного этапа. Проанализирована связь растительности с подстилающими и горными породами. Выявлена приуроченность горнотаежных светлохвойных лесов багульникового ряда к выходам кислых кристаллических пород. Отмечена связь кедровостланниковых сообществ с редианами сосны обыкновенной, имеющие ограниченный ареал распространения, с иллювиально-железистыми скелетными почвами на кварцитовидных песчаниках. Результаты исследования отражены на профиле. В современных условиях изменяющегося климата возрастает необходимость исследования динамики восстановления геосистем Байкальской природной территории и их компонентов с целью их сохранения.

Ключевые слова: Прибайкалье, Приморский хребет, геосистемы, восстановление растительности, пирогенное воздействие, пожар, Приольхонье

Благодарность. Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ИГ СО РАН № АААА-А21-121012190056-4 и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00253 А.

Для цитирования: Бибаева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н. Послепожарное восстановление растительного покрова северной части Приморского хребта // Географический вестник = Geographical bulletin. 2022. № 3(62). С. 6–18. doi: 10.17072/2079-7877-2022-3-6-18.



PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPES AND GEOMORPHOLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2022-3-6-18

POST-FIRE RESTORATION OF VEGETATION
IN THE NORTHERN PART OF THE PRIMORSKY RANGEAnna Yu. Bibaeva¹, Aleksey A. Makarov², Vasily N. Nogovitsyn³^{1,3} V.B. Sochavy Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia² Irkutsk State University, Irkutsk, Russia¹ pav_a86@mail.ru, Author ID: 771734² mak@geogr.isu.ru, Author ID: 111580³ nv.plus.mk@yandex.ru

Abstract. Due to global climate change, adverse weather events such as droughts are occurring more frequently, causing an increase both in the area and number of fires. In June-September 2015, catastrophic fires took place in the Western Baikal region, which was preceded by years with long periods of extreme fire danger due to weather conditions. As a result, natural complexes on the areas of the forest fund as well as in specially protected natural areas – Pribaikalsky National Park and Baikal-Lensky Reserve, were subjected to pyrogenic effects. There were mainly intense surface, stable surface, and ground (soil) fires. Field studies were carried out in the central part of the Western Cisbaikalia in July 2020 to examine the restoration of the plant component of natural complexes on five-year-old burned areas. The research route was laid across the Primorsky Range in its northern part. The paper provides descriptions of vegetation restoration on the burned areas depending on the intensity and type of fire, the stages of digression and demutation, presents characteristics of the vegetation before the fire. The relationship between vegetation and underlying rocks is analyzed. Mountain taiga light coniferous forests with *Lédum palústre* were found to be associated with outcrops of acidic crystalline rocks. There was noted correlation between the *Pinus pumila* communities with *Pinus sylvestris* sparse areas (which have a limited distribution area) and illuvial-ferruginous soils on quartzite-like sandstones. The research results are presented on the profile. In modern conditions of changing climate, there is an increasing need to study the restoration dynamics of the geosystems of the Baikal natural territory and their components in order to ensure their preservation.

Keywords: Cisbaikalie, Baikal region, Primorsky Range, geosystems, vegetation restoration, pyrogenic impact, fire, Olkhon region

Acknowledgment. The study was carried out as part of state assignment of the Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (No. AAAA-A21-121012190056-4) and with funding from the Russian Foundation for Basic Research (project No. 20-05-00253 A).

For citation: Bibaeva A.Yu., Makarov A.Al., Nogovitsyn V.N. (2022). Post-fire restoration of vegetation in the northern part of the Primorsky Range. *Geographical Bulletin*. No. 3(62). Pp. 6–18. doi: 10.17072/2079-7877-2022-3-6-18.

Введение

Огонь является неперенным фактором динамики таежных геосистем [5; 13; 17; 20]. Считается, что пожары способствуют обновлению и омоложению светлохвойных геосистем. Однако в последние десятилетия влияние пирогенного фактора на лесные геосистемы бореального пояса значительно усилилось: увеличались как частота пожаров, так и площади, пройденные огнем; особенно это характерно для горных районов [12; 14; 16; 18; 19]. Согласно данным отдела пирологии Института леса им. Сукачева КНЦ СО РАН (г. Красноярск) [3] естественный интервал между пожарами в светлохвойных лесах Сибири (сосновых и лиственничных) до недавнего времени составлял 20–50 лет, для заболоченных участков – 100–150 лет. С усилением хозяйственной деятельности человека на фоне тенденции потепления климата межпожарный интервал существенно сократился – до 5–15 лет (в 3–4 раза), значительно нарушая баланс между преобразующей и стабилизирующей составляющими динамики природных систем.

Следует принять во внимание, что горные геосистемы чрезвычайно чувствительны к внешним воздействиям [10; 11]; пирогенный фактор вызывает резкое (прямое и/или

косвенное) нарушение их структуры, преобразование отдельных компонентов, изменение микроклиматических условий, приводит к трансформации комплекса экзогенных процессов, изменению их скорости и интенсивности проявления.

В связи с этим **целью исследования** является изучение восстановительной динамики растительного покрова северной части Приморского хребта после пирогенного воздействия.

Территория исследования

Исследуемая территория расположена в средней части западного побережья оз. Байкал; включает северную часть Приморского хребта (рис. 1). Территория представлена низкогорным слаборасчлененным эрозионным рельефом. Абсолютные высоты варьируют от 450 м на побережье до 1350 м вглубь территории, отдельные вершины достигают 1500 м.

Горные породы района исследования относятся к архейскому и протерозойскому времени [7]. Комплекс пород архея представлен гнейсами, амфиболитами и мраморами. Среди пород протерозойского времени распространены сланцы (серицитово-хлоритовые, псаммитовые, пестроцветные карбонатные, биотитовые и двуслюдяные), доломиты, доломитовые известняки, филлиты, порфириты, кварциты (в т.ч. железистые), амфиболиты, конгломераты. В описываемой части хребта широко развито поле протерозойских интрузий (порфириовидные, средне- и мелкозернистые аляскитоидные граниты), которые преобладают по площади; представлен дайковый комплекс, сложенный диабазами, диабазовыми порфиритами и кварцевыми диабазами, серпентинизированными перидотитами, гарцбургитами.

Дифференциация климатических параметров по территории обусловлена барьерным эффектом Приморского и Байкальского хребтов на пути западного переноса воздушных масс, а также влиянием водных масс оз. Байкал. Переваливание воздуха на юго-восточные склоны хребтов приводит к фёновому эффекту и размыванию облачности [9]. Согласно [4] наибольшее количество осадков выпадает на западных макросклонах (500–800 мм) и в верхних частях (300–400 мм) хребтов; наименьшее – отмечается у подножий юго-восточных склонов и на побережье оз. Байкал (230–300 мм). Режим атмосферных осадков также характеризуется крайней неравномерностью в течение года: максимум их приходится на июль-август; твердые осадки составляют около 10–15% общей суммы. Средние температуры января/июля распределяются по территории следующим образом: на побережье и у подножия хребта $-18\div-19\text{ C} / 12-13\text{ C}$, на юго-восточном макросклоне Приморского хребта $-19\div-20\text{ C} / 13-14\text{ C}$, на водораздельной поверхности $-18\div-19\text{ C} / 16-17\text{ C}$, на западном макросклоне $-18\div-20\text{ C} / 12-14\text{ C}$ [4]. В прибрежной части и на склонах, не покрытых лесной растительностью, сильные ветры в зимнее время способствуют выдуванию снежного покрова и глубокому промерзанию почв.

На территории исследования выделяются три растительных пояса: степной, лесной и подгольцовый; гольцовый – представлен фрагментарно. Большая часть лесной зоны представлена восстановительными сериями коренных геосистем, периодически подвергавшихся пирогенному воздействию. В 2015 г. в результате пожара катастрофического характера, которому предшествовали годы с экстремальными засухами, произошло сплошное выгорание лесных массивов, относящихся как к землям лесного фонда, так и к территориям ООПТ.

Материалы и методы исследований

На первом этапе исследования проведено изучение горимости лесов центральной части западного Прибайкалья в 2015 г. на основе материалов дистанционного зондирования Земли [2]. Важно отметить, что на фоне изменения глобальных циркуляционных процессов [6] в 2015 г. отмечен пик горимости лесных территорий не только в Прибайкалье [2], но и в других регионах северного внетропического пояса [18; 21] (за период наблюдений с 1975 г.).

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Бибеева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н.

В Западном Прибайкалье по сравнению с предшествующими годами (когда максимум горимости лесов приходился на начало-сердину мая) пик горимости лесов в 2015 г. сместился на вторую половину лета и осень (июль-сентябрь); пожары носили характер низовых устойчивых разной интенсивности. Пирогенному воздействию подверглись горнотаёжные геосистемы условий низко- и среднегорья: гольцовые тундровые, подгольцовые кустарниковые (с кедровым стлаником), подгольцовые темнохвойные редколесные, горнотаежные темнохвойные (редуцированного, ограниченного и оптимального развития), горнотаежные сосновые, подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные (ограниченного и оптимального развития), межгорных понижений и долин таежные лиственничные (ограниченного развития). Совокупная площадь территории, пройденной десятью пожарами, составила более 3000 км² (рис. 1).

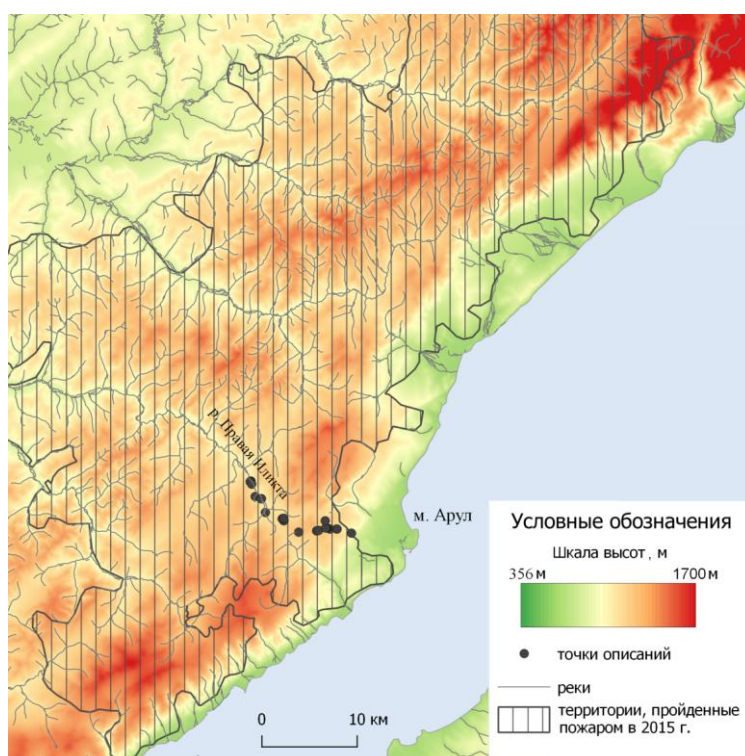


Рис. 1. Территория исследования. Границы пирогенного воздействия в 2015 г. выделены по материалам космической съемки Landsat 8 (OLI)

Fig. 1. Research area. The boundaries of the pyrogenic impact in 2015 were identified based on the materials of the Landsat 8 space imagery (OLI)

Согласно результатам временного анализа данных дистанционного зондирования Земли в 2015 г., участок проведения полевых работ был пройден пожаром в период с 20 августа по 13 сентября. Первый очаг возгорания на космоснимках фиксируется 18.06.2015 г. на юго-западном склоне долины р. Митькин (правый приток р. Средняя Иликта) (рис. 2) в кедровостланниковом сообществе подгольцового пояса, на территории, значительно удаленной от населенных пунктов. Распространение огня прослеживается по направлению от вершины вниз по склону. Указанные факты свидетельствуют о естественных причинах возникновения пожара, предположительно, в результате молниевых разрядов. В августе данный пожар примкнул к пожару, пришедшему с северо-востока.

На основе полученных дистанционных данных летом 2020 г. проведены исследования постпирогенной восстановительной динамики растительности в северной части Приморского хребта. Маршрут исследования проложен через Приморский хребет в северо-западном направлении от п. Зама по юго-восточному макросклону через горную

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология
Бибаева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н.

седловину на высоте 1080 м над у.м. по северо-западному макросклону вдоль русла р. Нижняя Иликта до ее правого притока р. Курга (см. рис. 1). Описания на каждой точке наблюдения включают: характеристику местоположения и рельефа местности, вида пожара, растительности (характеристика допозарного этапа (по возможности), этапа дигрессии (характер и степень повреждения пожаром древостоя, доля послепожарного отпада), этапа демутации (восстановление травяного, кустарникового ярусов, количество всходов древесных пород, состав, равномерность распределения по площади, высоте и возрасту), фиксацию послепожарных процессов (ветровал, бурелом, нападение энтомовредителей, эрозия почв и т.д.), разности почв. Собранные в гербарий растения определялись в камеральных условиях с использованием микроскопа МС-2-zoom (Микромед).

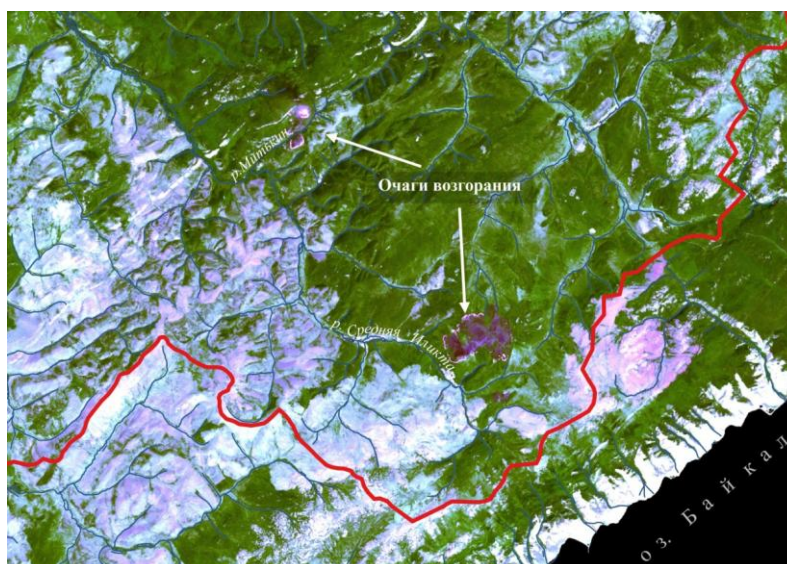


Рис. 2. Очаги возгорания на вершинных поверхностях и склонах в долине р. Средняя Иликта и ее правого притока – р. Миткин. Красной линией показаны границы Центральной экологической зоны Байкальской природной территории. Космоснимок Landsat OLI (18.06.2015 г., синтез каналов 7-6-7)

Fig. 2. Fires on summit surfaces and slopes in the valley of the Middle Ilikta river and its right tributary Mitkin river. The red line shows the boundaries of the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory. Space image Landsat OLI (18 June 2015, synthesis of channels 7-6-7)

Результаты исследования

Направленность и длительность восстановления растительного компонента геосистем определяются многими факторами – местоположением, типом прошедшего пожара, степенью выгорания гумусового горизонта почв и т.д. В значительной степени на этот процесс влияет климатический фактор. Так, с 70-х гг. прошлого столетия в северном внетропическом поясе наблюдается тенденция к потеплению климата [15]. По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, средние годовые аномалии температуры в Восточной Сибири в этот период составили $+2,20\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Прибайкалье – $+3,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ [8].

Исходя из небольшой давности прохождения пожара на сегодняшний день представляется возможным изучение лишь начальных стадий восстановления растительного покрова, этапа дигрессии и, отчасти, характеристики растительного покрова до пожара. Излагаемые далее результаты основаны на полевых исследованиях, проведенных в июле 2020 г. в северной части Приморского хребта, и отражены на профиле (рис. 3).

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология

Бибаева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н.

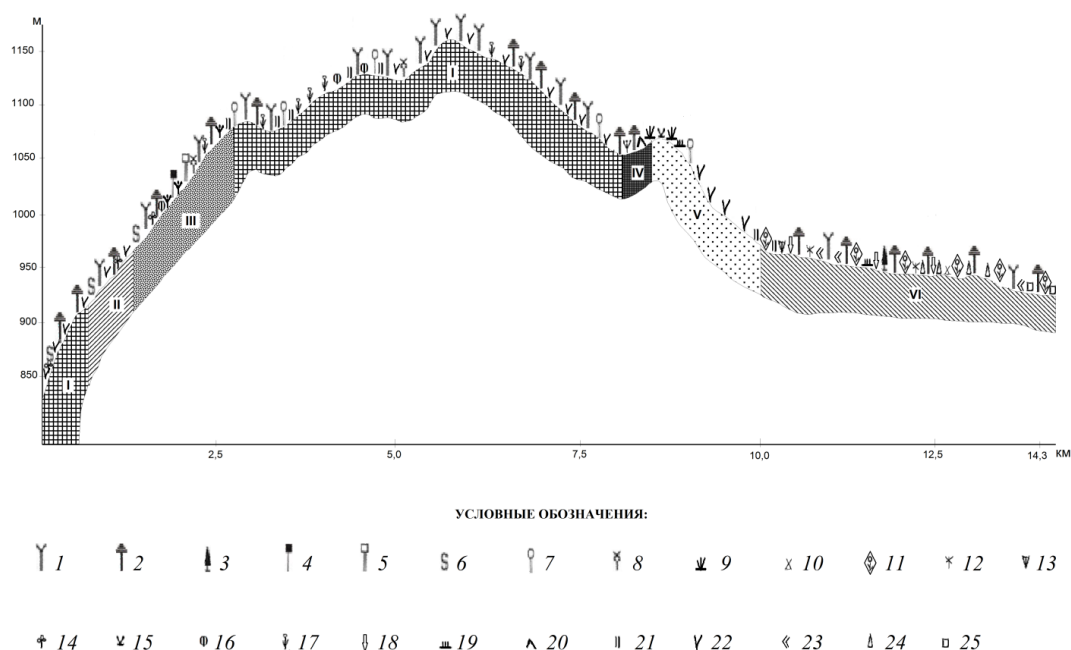


Рис. 3. Постпирогенное восстановление растительности по линии профиля в северо-восточной части Приморского хребта: 1 – лиственница; 2 – сосна; 3 – ель; 4 – кедр; 5 – пихта; 6 – осина; 7 – береза; 8 – ольха кустарниковая; 9 – кедровый стланик; 10 – ива; 11 – ерник (березка кустарниковая; березка круглолистная); 12 – пятилистник кустарниковый; 13 – можжевельник обыкновенный; 14 – рододендрон даурский; 15 – шикша черная; 16 – бадан толстолистный; 17 – иван-чай узколистный; 18 – осоки; 19 – лишайник; кустарничково-травяной ярус: 20 – кустарничково-зеленомошный; 21 – травяной; 22 – кустарничково(брусника, голубика, черника)-травяной; 23 – злаково-разнотравный; 24 – кустарничково-злаково-разнотравный; 25 – кустарничково-травяно-зеленомошный.

Подстилающие породы: I – серицитово-хлоритовые и хлоритовые сланцы, филлиты, метаморфизированные полевошпатово-кварцевые песчаники и гравелиты, диабазовые и андезитовые порфириды, доломитовые известняки, хлоритово-карбонатные псаммитовые сланцы, редко-конгломераты нижнего протерозоя (Иликтинская свита); II – кварциты с прослоями биотитовых и двухслюдяных сланцев и амфиболитов нижнего протерозоя (Харгитуйская свита); III – порфирировидные, средне- и мелкозернистые аляскиитоидные граниты нижнего протерозоя (интрузии; Приморский комплекс); IV – известковые доломиты, доломиты, пестроцветные карбонатные сланцы, конгломераты верхнего протерозоя (Голоуспенская свита, нижняя подсвита); V – глинисто-алевритовые сланцы, кварцитовидные песчаники, доломитовые известняки и доломиты, часто оолитовые верхнего протерозоя (Голоуспенская свита, верхняя и средняя подсвита); VI – аллювий пойм и низких надпойменных террас, пески, галечники, валуны (Современный отдел)

Fig. 3. Post-pyrogenic restoration of vegetation in the northeastern part of the primorsky Range: 1 – larch sibirica; 2 – pinus sylvestris; 3 – picea obovata; 4 – pinus sibirica; 5 – abies sibirica; 6 – populus tremula; 7 – betula sp.; 8 – dushekia fruticosa; 9 – pinus pumila; 10 – salix sp.; 11 – betula fruticosa + betula rotundifolia; 12 – dasiphora fruticosa; 13 – juniperus communis; 14 – rhododendron dauricum; 15 – empetrum nigrum; 16 – Bergenia crassifolia; 17 – chamaenerion angustifolium; 18 – carex sp.; 19 – lichen; кустарничково-травяной ярус: 20 – subshrub-green moss; 21 – grass; 22 – subshrub(vaccinium vitis-idaea, vaccinium uliginosum, vaccinium myrtillus)-grass; 23 – grass-forb; 24 – subshrub-grass-forb; 25 – subshrub-grass-green moss. I–VI – underlying rocks

Ход возобновления растительного покрова после прохождения низового пожара в сосново-лиственничном с рододендрон даурским травяно-кустарничково-зеленомошном лесу в средней части юго-восточного макросклона Приморского хребта (800–970 м над у.м.) на дерновых лесных почвах на кварцитах с прослоями биотитовых и двухслюдяных сланцев и амфиболитов нижнего протерозоя характеризуется формированием подроста осины (высотой до 3 м) и лиственницы (высотой 0,4(0,8) м), единично встречается подрост сосны 0,2(0,4) м. В травяном покрове преобладают иван-чай узколистный (0,6 м) и злаки (0,8 м), спорадично встречаются кровохлебка, фиалка одноцветковая, спирея средняя, подмаренник северный др. Отмечается восстановление мохового покрова отдельными био группами.

Выше по юго-восточному склону (высота 1000–1070 м на у.м., уклон 6°) наблюдается распространение сосново-лиственничных с подростом из кедра и пихты (высотой 2,5–3(4,5) м) багульниково-кустарничковых (брусника, голубика) с баданом лесов на дерновых лесных почвах на порфириовидных, средне- и мелкозернистых аляскитоидных гранитах интрузий нижнего протерозоя. Данная группа фаций представляет собой восстановительную серию пихтово-кедровых чернично-мелкотравно-зеленомошных местами с баданом лесов. На участках прохождения низового пожара в 2015 г. огнем уничтожены напочвенный покров, подрост и подлесок. Стадия постпирогенной дигрессии характеризуется гибелью 30% древостоя, преимущественно с диаметром ствола менее 0,2 м, частично засохших на корню (сухостой) и поваленных ветром. Наблюдается гибель 100%-ного кедра и пихты в подросте. Стадия восстановления растительности характеризуется развитием разновозрастного лиственничного подроста высотой до 0,5 м и обилием 7–15 экземпляров на 1 м², подроста березы пушистой высотой 0,8 (1,7) м и обилием 1–4 экземпляра на 1 м², неравномерно распределенных по площади. В травяном покрове доминирует иван-чай узколистный, обильны злаки – вейник, отдельными группами на небольших участках отмечено восстановление брусники и мохового покрова из кукушкиного льна, проективное покрытие травяного яруса составляет 30–40%. На участках прохождения низового устойчивого пожара отмечена 100%-ная гибель древостоя (преобладающий диаметр стволов 0,25 м), который на момент обследования (2020 г.) сформировал сухостой. Высота нагара на стволах деревьев составляет около 2 м, откуда, согласно [1], заключаем, что высота огня достигала 1 м в высоту, пожар имел среднюю силу. Восстановительная стадия характеризуется обильным развитием подроста березы 1 (1,5) м высотой с проективным покрытием около 20%, всходы лиственницы обнаружены только на участках с возобновлением мха, единично встречена ольха кустарниковая. В травяном покрове доминирует иван-чай узколистный высотой 0,6 (0,7) м с проективным покрытием 60%, отдельными группами отмечены злаки; фрагментарно развиваются кустарнички – брусника и голубика, моховой покров.

На высоте 1070–1120 м над у.м. пирогенному воздействию подверглись лиственничные с участием сосны и березы с подлеском из темнохвойных пород (кедр, пихта) леса на горных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах на серицитово-хлоритовых сланцах, филлитах, порфиритах и доломитовых известняках нижнего протерозоя. При прохождении низового пожара слабой интенсивности через 5 лет на этапе демутиации около 50% древесного яруса сформировало сухостой, остальные деревья находятся в ослабленном состоянии. Возобновление древесных пород характеризуется подростом лиственницы высотой до 0,18 (0,36) м и обилием 54 экземпляров на 1 м², березы высотой до 0,4 м, обилием 2–3 экземпляров на 1 м², ивы высотой 0,4 (1,5) м, единично. В кустарниковом ярусе редкими экземплярами представлен можжевельник. В травяном покрове доминирует иван-чай узколистный (ПП 90%), рассеяны злаки, подмаренник северный и некоторые другие виды разнотравья.

На участках прохождения пожара средней интенсивности на этапе демутиации более 80% деревьев погибло с формированием сухостоя и валежа. Спустя 5 лет отмечается разновозрастный подрост лиственницы высотой 0,06–0,24 м и обилием 8–10 экземпляров на 1 м², подрост сосны встречается единично, подрост березы разновозрастный, неравномерно распределенный по площади (до 7 экземпляров на 1 м²). В травяном покрове также преобладает иван-чай узколистный, обильна костяника обыкновенная, отдельными группами встречается бадан.

На участке прохождения почвенного пожара, расположенного на высоте 1110 м над у.м. на пологом склоне (уклон 3°) северной экспозиции, произошло обгорание корней деревьев, наблюдается вывал 100%-ного древостоя (рис. 4). Спустя 5 лет после пожара восстановление древесных пород на данном участке не наблюдается, травяной покров представлен исключительно иван-чаем узколистным высотой 1(1,2) м.



Рис. 4. Дигрессия древесной растительности после прохождения низового устойчивого пожара на пологом склоне (уклон 3°) северной экспозиции, высота 1110 м над у.м. (фото А.Ю.Бибеевой)

Fig. 4. Digression of tree vegetation after the impact of a stable ground fire on a gentle slope (slope 3°) of northern exposure, 1,110 m above sea level (photo by A.Yu. Bibaeva)

На приводораздельной слабонаклонной поверхности и верхней части северо-западного макросклона Приморского хребта на высотах 1040–1150 м над у.м. в допожарный период были развиты сосново-березово-лиственничные с подлеском из кедра и пихты кустарничково-зеленомошные леса (5Л4Б1С) на горных дерново-подзолистых почвах на серицитово-хлоритовых сланцах, филлитах, порфиритах и доломитовых известняках нижнего протерозоя. Спустя 5 лет после пожара выжило около 20% древостоя с диаметром стволов 0,16 м и более. В настоящее время восстановление древесного яруса идет преимущественно через лиственницу сибирскую с примесью сосны (8:1) высотой 0,14–0,25 м в среднем 14 экземпляров на 1 м^2 . Особенностью восстановления растительности в ранний послепожарный период является участие березы (высотой до 0,5 м и проективным покрытием до 70%). В кустарничковом ярусе представлены рассеянно брусника, редкими экземплярами – шикша черная. Травяной покров характеризуется монокультурой из иван-чая узколистного с проективным покрытием 20%. Восстановление мохового покрова отмечено на отдельных небольших участках площадью 0,3–0,7 м^2 .

В горной седловине на высоте 1040–1050 м над у.м. пирогенному воздействию в 2015 г. подвержены сосновые багульниково-кустарничково-зеленомошные леса на горных подзолистых почвах на известковых доломитах, пестроцветных карбонатных сланцах. Пожар носил характер низового, высотой до 0,7 м; произошло полное выгорание лесной подстилки и верхней части гумусового горизонта. Около 50% древостоя (преимущественно с диаметром ствола менее 0,12 м) погибло в результате огневого воздействия и на стадии дигрессии, сформировался сухостой, вывала деревьев с корнями не отмечено. Подрост древесных пород разновозрастный, состоит исключительно из сосны: в среднем 5 экземпляров на 4 м^2 , высотой до 0,5 м. Береза сформировала корневую и пнёвую поросль высотой до 2,5 м; ее семенное возобновление не отмечено. Проективное покрытие кустарничково-травяного яруса составляет около 30%: доминирует багульник болотный (ПП 15%), рассеянно встречаются голубика (ПП 3–5%), брусника (ПП 5–7%), иван-чай (ПП 3–5%). На отдельных участках площадью до 0,6 м^2 отмечено возобновление мохового покрова из кукушкиного льна. Большая часть поверхности земли не покрыта растительностью и находится на стадии черной гари.

Ниже по северо-западному склону (на высотах 950–1080 м над у.м.) происходит смена подстилающих пород, что находит отражение в растительном компоненте геосистем. Здесь развиваются сообщества кедрового стланика с рединами сосны обыкновенной на иллювиально-железистых маломощных скелетных почвах на кварцитовидных песчаниках, доломитовых известняках и доломитах верхнего протерозоя. На выположенном участке склона кусты кедрового стланика имеют симметрично чашеобразную форму, высотой до 1,7 м, сомкнутость 0,2. Кустарничково-травяной ярус фрагментарный, состоит из

брусники, можжевельника сибирского, шикши черной, напочвенный покров характеризуется распространением кладонии с проективным покрытием 50% преимущественно ареалами вокруг кустов стланика, под которыми почва покрыта опадом хвои. Поверхности глыб покрыты лишайником пельтигера. В силу фрагментарности напочвенного покрова, выступающего проводником горения, воздействие пожара происходило на отдельных ареалах геосистемы, огнем уничтожены отдельные кусты кедрового стланика. Отмечены семенная поросль кедрового стланика высотой до 0,12 м – не более 3 групп на 100 м²; пнёвая, корневая и семенная поросли березы высотой до 3 м. На более крутых участках склона (до 15°) пожаром уничтожен весь растительный покров и в период обследования (2020 г.) находится на стадии «черной гари» (рис. 5). В результате уничтожения растительного покрова на данном участке развиваются процессы делювиального смыва и дефляции верхних горизонтов почв и подстилающего рыхлого песчаного материала.



Рис. 5. «Черная гарь» на месте сосновых с подлеском из кедрового стланика кустарничково-зеленомошных лесов на северо-западном склоне; высота 1050 м над у.м. (07.07.2020 г.) (фото А.Ю. Бибеевой)

Fig. 5. 'Black burn' on the site of pine forests with *Pinus pumila*, shrubs, and green moss on the northwestern slope, 1,050 m above sea level (7 July 2020) (photo by A. Yu. Bibaeva)

Низкая надпойменная терраса на юго-западном склоне долины р. Правая Иликта (высота 945 м над у.м.) не была подвержена пожару в 2015 г. Участок характеризуется развитием молодого одновозрастного лиственнично-соснового кустарничково-травяного леса (высота древостоя 5,5–6 м) на дерново-подзолистых почвах на аллювиальных отложениях. Хорошо развитый кустарничковый ярус (ПП около 50%) представлен обильно пятилистником кустарничковым, рассеянно – можжевельником обыкновенным. В травяном покрове преобладают злаки, в окнах древостоя обильна кровохлебка лекарственная.

Ниже по течению реки (высота 935 м над у.м.) на надпойменной террасе пожару подверглись лиственнично-сосновые чернично-зеленомошные леса, являющиеся восстановительной серией коренных пихтово-

кедровых чернично-мелкотравно-зеленомошных лесов на подзолистых грубогумусовых почвах на аллювиальных отложениях. Величина послепожарного отпада древостоя составляет 80–100%. Выжившие деревья находятся в ослабленном состоянии.

Процесс дигрессии сопровождается нападением энтомовредителей на усохшие деревья. Возобновление древесных пород неравномерное по площади, подрост разновозрастный, в среднем 23 экземпляра сосны и 5 экземпляров лиственницы на 100 м². В кустарничковом ярусе обильно развивается березка круглолистная высотой 0,5 м и проективным покрытием 50–60%, рассеянно – березка кустарничковая высотой до 0,8 м и пятилистник кустарничковый; в кустарничковом ярусе на отдельных участках отмечено восстановление голубики и брусники. В травяном покрове преобладает иван-чай узколистный, обильны злаки и разнотравье – кровохлебка лекарственная, герань сибирская, рассеянно представлены кошачья лапка двудомная, пижма северная, сосюрея, козелец лучистый и австрийский, колокольчик круглолистный, синюха голубая и др. Мохово-лишайниковый покров из пельтигеры, плевроциума Шребера и кукушкиного льна фрагментарный.

Пойма р. Правая Иликта (925 м над у.м.) характеризуется развитием до пожара ерниковых зарослей из березки круглолистной и березки кустарничковой со злаково-

разнотравным покровом с рединами сосны высотой до 4 м на аллювиальных торфяно-глеевых почвах. Пожаром уничтожен весь растительный покров. Спустя 5 лет после пожара стадия восстановления характеризуется редким подростом сосны высотой до 0,8 м; возобновлением кустарникового яруса из березки круглолистной и кустарниковой, пятилистика кустарникового, можжевельника сибирского, спиреи средней. Общее проективное покрытие яруса составляет около 30%. В травяном покрове преобладает разнотравье: доминирующим видом является иван-чай узколистый, обильно развивается кровохлебка лекарственная, рассеянно встречаются реброплодник уральский, княженика, золотарник даурский, люпинник пятилиственный, лютик близкий, бузульник сибирский, вероника длиннолистная, очитник трехлиственный, василисник малый, подмаренник северный, герань белая и сибирская, сныть горная и другие виды. Участие злаков (овсяница овечья, мятлик сибирский) незначительное. Восстановление мохового покрова (плевроциум Шребера) осуществляется отдельными небольшими группами на участках ближе к руслу реки.

Выводы

Прошедшие в 2015 г. пожары в Прибайкалье, которым предшествовали периоды засухи, нанесли значительный ущерб природным комплексам центральной части западного побережья оз. Байкал. Сплошному пирогенному воздействию подверглись лесные геосистемы не только на землях лесного фонда, но и в границах особо охраняемых природных территорий – Прибайкальского национального парка и Байкало-Ленского заповедника. В результате нарушена структура природных комплексов (типичных и уникальных) и происходящих в них процессов. При этом необходимость исследования динамики восстановления геосистем Байкальской природной территории и их компонентов с целью их сохранения многократно возрастет в условиях изменяющегося климата.

Послепожарное восстановление геосистем, их компонентов и взаимосвязей зависит от местоположения и степени термического воздействия (вида и интенсивности пожара). Спустя 5 лет после пожара на территории исследования практически повсеместно (кроме ареалов распространения кедрового стланика с рединами сосны) доминирует сообщество иван-чая узколистого.

Восстановление на гари сосново-лиственничных лесов кустарниково-травяного типа нижних и средних частей юго-восточного склона идет через хвойные породы с участием осины.

В лиственничниках багульникового ряда, приуроченных к выходам кислых кристаллических пород в верхней части юго-восточного склона, отмечается восстановление через разреженное березовое сообщество, в окнах которого развивается лиственничный подрост, в травяно-кустарниковом ярусе идет возобновление багульника болотного.

В лиственнично-сосновом травяном с подлеском из пихты, кедра, ольхи кустарничковом с баданом лесу на приводораздельных склонах на пятилетней гари формируется березовый подрост, под пологом которого развиваются всходы лиственницы сибирской.

В кедровостланниковом сообществе с рединами сосны обыкновенной с кустарничково-лишайниковым покровом, развитой на кварцитовидных песчаниках, отмечено замедленное восстановление растительного покрова – спорадично развивается подрост березы и брусники с проективным покрытием не более 10%. Увеличению длительности процесса восстановления могут способствовать также развитые процессы делювиального смыва рыхлого материала, не закрепленного растительностью.

Возобновление растительности средних и нижних частей северо-западного склона характеризуется активным развитием ерника (из березки кустарниковой и круглолистной), в травяном покрове, наряду с преобладанием иван-чая узколистого, широко представлены другие виды разнотравья и злаки.

В поймах рек возобновляются ерниковые заросли (из березки круглолистной и березки кустарниковой) с преобладанием разнотравья с участием злаков и осок.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология

Бибаева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н.

Вне зависимости от местоположения в результате прохождения устойчивых подстилично-гумусовых (почвенных) пожаров обнаруживаются валежные горельники с доминированием иван-чая узколистного; при этом восстановление древесных пород на пятилетней гари не наблюдается.

Важно отметить, что широкое развитие сухостоя и валежника на значительных площадях исследуемой территории, являющихся проводником горения, может способствовать прохождению повторных повальных пожаров.

Список источников

1. Амосов Г.А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров. М.: Наука, 1964. С.152–183.
2. Бибаева А.Ю. Особенности возникновения и развития природных пожаров в Западном Прибайкалье // География и природные ресурсы. 2020. Т. 41. № S5 (164). С. 85–91. doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(85-91).
3. Брюханов А.В. Гореть естественно. 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://ksc.krasn.ru/news/burn_naturally (дата обращения: 07.02.2022).
4. Буфал В.В., Линевиц Н.Л., Башалханова Л.Б. Климат Приольхонья // География и природные ресурсы. 2005. № 1. С.66–73.
5. Горшков В.В., Ставрова Н.И. Динамика возобновления сосны обыкновенной при восстановлении бореальных сосновых лесов после пожаров // Ботанический журнал. 2002. Т. 87. № 2. С. 62–77.
6. Кононова Н.К., Латышева И.В. Исследование циркуляционных факторов изменений климата на территории сибирского сектора по данным типизации Б.Л. Дзержевского // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России: мат. II Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к 55-летию кафедры гидрологии и природопользования ИГУ. Иркутск, 2019. С. 578–586.
7. Карта полезных ископаемых. Лист XXIV / авт. В.Д. Мац, В.С. Саносов – 1:200 000, 2 км в 1 см. М.: Изд-во Картографической фабрики Госгеолтехиздата Министерства геологии и охраны недр СССР, 1960.
8. Обзор состояния и тенденций изменения климата России. Изменения климата 2019 г. (декабрь 2018 – ноябрь 2019). М.: Изд-во Федер. службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Ин-т глоб. климата и экологии, 2019. 43 с.
9. Прибайкалье и Забайкалье / под ред. И.П.Герасимова. М.: Наука, 1965. 492 с.
10. Софровнов М.А., Волокитина А.В. Методика обследования и описания участков, пройденных пожарами. Красноярск: Изд-во Института леса им.В.Н.Сукачева СО РАН, 2007. 71 с.
11. Софровнов М.А., Волокитина А.В., Софровнова Т.М. Пожары и пирогенные сукцессии в лесах Южного Прибайкалья // Сибирский экологический журнал. 2008. № 3. С. 381–388 .
12. Фуряев В.В., Цветков П.А., Фуряев И.В. Пожароустойчивость сосновых лесов Евразии в экстремальные пожароопасные сезоны // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. 35. № 3–4. С. 68–73.
13. Фуряев В.В., Цветков П.А., Фуряев И.В., Злобина Л.П. Горимость лесов и лесоводственно-экономические предпосылки для улучшения охраны в лесных районах Красноярского края // Сибирский лесной журнал. 2017. № 5. С. 55–62
14. Харук В.И., Пономарев Е.И. Пожары и гари сибирской тайги // Наука из первых рук. 2020. № 2. Т. 87. С. 56–71.
15. Beckwith P. Climate system change, from global to local: Lake Winnipeg Watershed. 2015. URL: <http://manitobawildlands.org/pdfs/MWL-002PaulBeckwithLWRCECClimateReportReduced.pdf> (дата обращения: 25.02.2020).
16. Dupire S., Curt T., Bigot S. Spatio-temporal trends in fire weather in the French Alps // Science of the total environment. 2017. Vol. 595. Pp. 801–817. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.027.
17. Fire in ecosystems of boreal Eurasia / Edited by J.G. Goldammer, V.V. Furyaev // Springer-Science, Business Media, 1996. 543 p.
18. Ponomarev E. I., Kharuk V. I. Wildfire occurrence in forests of the Altai–Sayan Region under current climate changes // Contemporary Problems of Ecology. 2016. Vol. 9. No. 1. P. 29–36.
19. Recent climate change: long-term trends in meteorological forest fire danger in the Alps / C. Wastl, C. Schunk, M. Leuchner, G. B. Pezzatti, A. Menzel // Agricultural and Forest Meteorology. 2012. Vol. 162–163. Pp. 1–13. doi: 10.1016/j.agrformet.2012.04.001.
20. The Role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems / Edited by R.W. Wein, D.A. MacLean. Chichester, New York, Brisbane, Toronto: John Wiley and Sons, 1983. URL: https://scope.dge.carnegiescience.edu/SCOPE_18/SCOPE_18.html (дата обращения: 20.01.2022).
21. Veraverbeke S., Rogers B.M., Goulden M.L., Jandt R.R., Miller C.E., Wiggins E.B. and Randerson J.T. Lightning as a major driver of recent large fire years in North American boreal forests // Nature Climate Change. 2017. Vol. 7. Pp. 529–534. doi: 10.1038/NCLIMATE3329.

References

1. Amosov, G.A. (1964), Some regularities in the development of forest ground fires, *Vozniknovenie lesnykh pozharov* [Occurrence of forest fires], Nauka, Moscow, Russia, pp. 152–183.
2. Bibaeva, A.Yu. (2020), Characteristics of the emergence and development of wildfires in Western Cisbaikalia, *Geography and Natural Resources*, vol. 41, no. S5(164), pp. 85–91, doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(85-91).
3. Bryukhanov A.V. (2019), Burn naturally, available at: https://ksc.krasn.ru/news/burn_naturally (Accessed 07 February 2022).
4. Bufal, V.V., Linevich, N.L., Bashalkhanova, L.B., (2005), Climate of the Olkhon region, *Geography and natural resource*, no. 1, pp. 66–73.
5. Gorshkov, V.V., Stavrova, N.I. (2002), Dynamics of regeneration of Scotch pine during the restoration of boreal pine forests after fires, *Botanicheskii zhurnal*, vol. 87, no. 2, pp. 62–77.
6. Kononova, N.K., Latysheva, I.V. (2019), The study of circulation factors of climate change in the territory of the Siberian sector according to the typification data of B.L. Dzerdzeevsk”, *Sovremennye tendentsii i perspektivy razvitiya gidrometeorologii v Rossii* [Modern trends and prospects for the development of hydrometeorology in Russia: Proceedings of All-Russian scientific and practical conference], Irkutsk, pp. 578–586.
7. *Map of minerals. Sheet XXIV* (1960), ed. Mats V.D., Sanosov V.S. – 1:200,000, 2 km in 1 cm. – Cartographic factory of the Gosgeoltekhizdat of the Ministry of Geology and Subsoil Protection of the USSR, Russia.
8. *Obzor sostoyaniya i tendentsii izmeneniya klimata Rossii. Izmeneniya klimata 2019* [Review of the state and trends of climate change in Russia. Climate change 2019 (December 2018 – November 2019)] (2019), Feder. Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Inst. climate and ecology. Russia, Moscow.
9. *Baikal and Transbaikalia* (1965), Nauka, Russia, Moscow.
10. Sofronov, M.A., Volokitina, A.V. (2007), *Metodika obsledovaniya i opisaniya uchastkov, proidennykh pozharami* [Methods of survey and description of areas covered by fires], Institute of Forest named after V.N. Sukachev SB RAS, Russia, Krasnoyarsk.
11. Sofronov, M.A., Volokitina, A.V. and Sofronova, T.M. (2008), Fires and pyrogenic successions in the forests of the Southern Baikal region, *Siberian Ecological Journal*, no. 3, pp. 381–388.
12. Furyaev, V.V., Tsvetkov, P.A. and Furyaev, I.V. (2017), Fire resistance of pine forests of Eurasia in extreme fire seasons, *Coniferous boreal zone*, vol. 35, no. 3–4, pp. 68–73.
13. Furyaev, V.V., Tsvetkov, P.A., Furyaev, I.V., Zlobina, L.P. (2017), Forest burning and silvicultural and economic prerequisites for improving protection in forest areas of the Krasnoyarsk Territory, *Siberian Forest Journal*, no. 5, pp. 55–62.
14. Kharuk, V.I., Ponomarev, E.I. (2020), Fires and burnings of the Siberian taiga, *Science first hand*, no. 2, vol. 87, pp. 56–71.
15. Beckwith, P. (2015), *Climate system change, from global to local: Lake Winnipeg Watershed*, available at: <http://manitobawildlands.org/pdfs/MWL-002PaulBeckwithLWRCECClimateReportReduced.pdf> (Accessed 25 February 2020).
16. Dupire, S., Curt, T. and Bigot, S. (2017), Spatio-temporal trends in fire weather in the French Alps, *Science of the total environment*, vol. 595, pp. 801–817. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.027.
17. *Fire in ecosystems of boreal Eurasia* (1996), ed. by J.G. Goldammer, V.V. Furyaev., Springer-Science, Business Media.
18. Ponomarev, E.I., Kharuk, V.I. (2016), Wildfire occurrence in forests of the Altai–Sayan Region under current climate changes, *Contemporary Problems of Ecology*, vol. 9, no. 1, pp. 29–36.
19. Wastl C., Schunk C., Leuchner M., Pezzatti G.B. and Menzel A. (2012), Recent climate change: long-term trends in meteorological forest fire danger in the Alps, *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 162–163, pp. 1–13, doi: 10.1016/j.agrformet.2012.04.001.
20. *The Role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems* (1983), ed. by R.W. Wein, D.A. MacLean. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, available at: https://scope.dge.carnegiescience.edu/SCOPE_18/SCOPE_18.html (Accessed 20 January 2022).
21. Veraverbeke, S., Rogers, B.M., Goulden, M.L., Jandt, R.R., Miller, C.E., Wiggins, E.B., Randerson J.T. (2017), Lightning as a major driver of recent large fire years in North American boreal forests, *Nature Climate Change*, vol. 7, pp. 529–534, doi: 10.1038/NCLIMATE3329.

Статья поступила в редакцию: 21.04.22; одобрена после рецензирования: 27.05.22; принята к опубликованию: 19.09.22.

The article was submitted: 21 April 2022; approved after review: 27 May 2022; accepted for publication: 19 September 2022.

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология**Бибеева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н.*

Информация об авторах

Information about the authors

Анна Юрьевна Бибеева

кандидат географических наук, научный сотрудник
лаборатории теоретической географии Института
географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

e-mail: pav_a86@mail.ru

Алексей Александрович Макаров

старший преподаватель кафедры географии,
картографии и геосистемных технологий
географического факультета Иркутского
государственного университета;

664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса 1

e-mail: mak@geogr.isu.ru

Василий Николаевич Ноговицын

кандидат географических наук, научный сотрудник
лаборатории теоретической географии Института
географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

e-mail: nv.plus.mk@yandex.ru

Anna Yu. Bibaeva

Candidate of Geographical Sciences, Researcher,
Laboratory of Theoretical Geography, V.B. Sochava
Institute of Geography of the Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences;

1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033, Russia

Aleksey A. Makarov

Senior Lecturer, Department of Geography, Cartography
and Geosystem Technologies, Faculty of Geography,
Irkutsk State University;

1, K. Marksa st., Irkutsk, 664033, Russia

Vasily N. Nogovitsyn

Candidate of Geographical Sciences, Researcher,
Laboratory of Theoretical Geography, V.B. Sochava
Institute of Geography of the Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences;

1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033, Russia

Вклад авторов

Бибеева А.Ю. – постановка задачи исследования, сбор и обработка материала, формулировка идеи статьи, написание статьи, научное редактирование текста.

Макаров А.А. – сбор материала, научное редактирование текста.

Ноговицын В.Н. – сбор материала, визуализация.

Конфликт интересов. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Contribution of the authors

Bibaeva A.Yu. – setting the research problem; collection and processing of the material; formulating the idea of the article; writing the article; scientific editing of the text.

Makarov A.A. – collection of the material, scientific editing of the text.

Nogovitsyn V.N. – collection of the material, visualization.

The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.