

УДК 630*435

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.79

ПОЖАРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ЛЕСОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.В. Волчатова, канд. биол. наук, доц.; ResearcherID: [AAB-8113-2019](#).

ORCID: [0000-0003-0515-8811](#)

Иркутский национальный исследовательский технический университет, ул. Лермонтова, д. 83, г. Иркутск, Россия, 664074; e-mail: belyana64@inbox.ru

Особо охраняемые природные территории федерального значения занимают в Иркутской области 1844,858 тыс. га, или 2,38 % ее площади, и представлены пятью объектами, два из которых находятся в центральной экологической зоне Байкальской природной территории (Байкало-Ленский заповедник и Прибайкальский национальный парк). Одной из серьезнейших проблем этих территорий являются пожары. В статье приведена краткая лесопожарная характеристика Иркутской области; на основе статистических данных ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» сделан анализ горимости растительности Байкало-Ленского заповедника и Прибайкальского национального парка в 2007–2018 гг. В исследуемые годы возникновение пожаров происходило в период с 28 марта по 31 октября. Максимальное число возгораний, переросших в пожары, в Прибайкальском национальном парке наблюдалось в апреле–июне, в Байкало-Ленском заповеднике сроки начала лесных пожаров сдвинуты к лету. Максимальная площадь, пройденная пожарами, пришлась на 2015 г. Больше половины всех пожаров, зарегистрированных в последние годы в национальном парке (57 %), приходится на лесничества Иркутского района, 13 % – на лесничества Слодянского района, 30 % – на лесничества Ольхонского района Иркутской области. Прослеживается зависимость опасности возникновения пожаров от рекреационной нагрузки территории. Большинство из них пришлось на лесные экосистемы, что привело к значительному снижению потенциала экосистемных услуг леса. Для Прибайкальского национального парка годовой ущерб в среднем составил 136,26 млн р., для Байкало-Ленского заповедника – 1081,71 млн р. Этот показатель учитывает стоимость потери древесины, ущерб от снижения средообразующих функций леса и загрязнения окружающей природной среды продуктами горения; характеризует уменьшение объемов регулирующих, поддерживающих и культурных услуг леса. Проведен анализ источников пожаров растительности и их последствий методом «галстук–бабочка». Предложены барьеры безопасности, уменьшающие вероятность возникновения пожаров и масштабы их последствий. Наиболее действенными барьерами могут стать внедрение автономных систем мониторинга лесных пожаров, повышение экологической просвещенности и культуры туристов.

Для цитирования: Волчатова И.В. Пожары растительности как фактор снижения объема экосистемных услуг лесов особо охраняемых природных территорий // Лесн. журн. 2019. № 6. С. 79–91. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.79

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, лес, пожары растительности, горимость, потери древесины, ущерб.

Введение

Роль лесов на планете трудно переоценить. Фотосинтезирующие растения в процессе жизнедеятельности аккумулируют в своей биомассе солнечную

энергию, которая передается потом по пищевым цепям гетеротрофам, а выделяющийся при этом кислород обеспечивает последним условия для газообмена с окружающей средой. Леса являются для нас источником возобновляемых и относительно возобновляемых природных ресурсов, осуществляют водорегулирующие, противоэрозионные и другие экологические функции. Немаловажно также рекреационное, эстетическое значение лесов – это так называемая нематериальная, или, согласно международной практике лесопользования, «невесомая», их полезность. Сюда относится возможность любоваться красивыми пейзажами, слушать пение птиц, дышать свежим лесным воздухом и т. д.

Сейчас принято говорить об экосистемных услугах леса [3, 16, 22]. Согласно классификации ООН, все экосистемные услуги разделены на четыре вида, каждый из которых можно применить к лесным экосистемам:

- обеспечивающие услуги (древесина, продукты питания и др.);
- регулирующие услуги (удаление углерода из атмосферы, гидрологический режим водотоков, контроль болезней);
- культурные услуги (рекреация);
- поддерживающие услуги (круговорот биогенных элементов, формирование почвенного слоя).

В настоящее время 60 % всех обследованных экосистемных услуг деградируют. Особенно важными являются проблемы, связанные с биогенными нагрузками, климатическими изменениями и потерей местообитаний.

Одна из серьезнейших проблем лесопользования в Сибири – экстремальность в пирологическом отношении [5, 13]. В частности, в Иркутской области 77 % лесного фонда министерства лесного комплекса отнесено к трем первым классам природной пожарной опасности [7, 9]. Низовые пожары (классы I, II) на протяжении всего пожароопасного сезона возможны на трети лесистой территории. Лишь на 3 % лесного фонда пожарная опасность отсутствует (класс V). Среднее значение пожарной опасности лесов в области – 2,7 [9]. Усугубляют ситуацию климатические и световые условия региона – резко континентальный климат с жарким и засушливым летним периодом, солнечное сияние – свыше 2 тыс. ч в год. Пожары существенно уменьшают потенциал экосистемных услуг леса. Они уничтожают массивы эксплуатационных лесов и запас ликвидной древесины, приводят к нарушению водного режима, круговорота веществ, в частности цикла углерода [18], снижают рекреационную привлекательность леса. Высокая степень природной пожарной опасности особенно критично сказывается на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) [17, 19]. Уменьшается видовое разнообразие лесов, ухудшаются условия для сохранения редких видов за счет гибели старовозрастных насаждений [4, 15].

ООПТ занимают свыше 11 % площади России. В число ООПТ федерального значения входят 105 заповедников и 55 национальных парков, и их количество постоянно растет. В Иркутской области к территориям такого ранга относятся Витимский и Байкало-Ленский заповедники, Прибайкальский национальный парк (ПНП), созданные в 80-х гг. прошлого столетия. В 2014 г. два последних административно объединены в Федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Заповедное Прибайкалье». В настоящее время его территория вместе с вошедшими в состав двумя государственными природными заказниками («Тофаларский» и «Красный Яр») составляет 1,3 млн га (рис. 1).

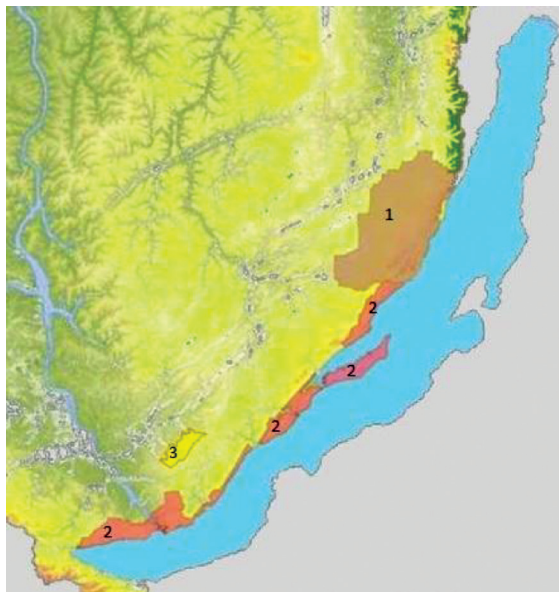


Рис. 1. Территории, подведомственные ФГБУ «Заповедное Прибайкалье», в границах Байкальской природной территории: 1 – Байкало-Ленский заповедник; 2 – Прибайкальский национальный парк; 3 – государственный природный заказник «Красный Яр»

Fig. 1. The territories subordinated by the Federal State Budgetary Institution “Western Baikal Protected Areas” within the borders of the Baikal natural area: 1 – Baikalo-Lena Nature Reserve; 2 – Pribaikalsky National Park; 3 – State Natural Reserve “Krasnyy Yar”

Цель данной работы – анализ масштабов снижения экологических функций и экосистемных услуг лесов на ООПТ Иркутской области в связи с пожарами.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – Прибайкальский национальный парк (ПНП) и Байкало-Ленский заповедник (БЛЗ) площадью 417,3 и 659,5 тыс. га соответственно. Основными ландшафтами являются гольцовые и подгольцовые южносибирские, горнотаежные и подтаежные южносибирские, степные центральноазиатские и пойменные геосистемы.

БЛЗ занимает южную треть Байкальского хребта, благодаря которому создается широкий спектр ландшафтов. Таежные леса характерны для основной части территории. Заповедник разделен на три лесничества: Верхне-Ленское, Киренгское и «Берег бурых медведей».

Территория ПНП простирается узкой полосой по западному побережью оз. Байкал, охватывая весь о. Ольхон, и состоит из 10 лесничеств. Свыше 70 % ПНП занято лесами. Хвойные породы, преобладающие в лесных

массивах, в основном представлены соснами; часто встречаются лиственница и кедр.

Сведения о пожарах за 2007–2018 гг. предоставлены ФГБУ «Заповедное Прибайкалье». Расчет ущерба окружающей природной среде (ОС) осуществлен по приказу Рослесхоза [6] с учетом постановления Правительства РФ [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Приведенные в табл. 1 сведения о пожарах на территории ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» свидетельствуют, что площадь пожаров, приходящихся на леса, существенно превышает площадь нелесных пожаров и составляет от 69,3 до 100 %. Исключением был 2011 г., когда выгорело 178 га площади степных ландшафтов на о. Ольхон.

Таблица 1

Горимость растительности ООПТ Иркутской области в 2007–2018 гг.

Год	Общее количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га		
		общая	лесных	нелесных
<i>Прибайкальский национальный парк</i>				
2007	28	3 946,0	3 706,9	239,1
2008	14	301,2	297,0	4,2
2009	21	1 212,5	1 207,5	5,0
2010	29	2 044,3	2 036,2	8,1
2011	14	448,5	233,5	215,0
2012	1	6,0	6,0	–
2013	9	150,7	150,7	–
2014	37	1 689,8	1 604,7	85,1
2015	38	34 423,8	30 447,2	3 976,6
2016	9	1 50,4	140,4	10,0
2017	7	610,1	575,5	34,6
2018	7	21,7	20,2	1,5
<i>Байкало-Ленский заповедник</i>				
2014	4	25,1	25,1	–
2015	14	92 080,0	84 932,1	7147,9
2016	15	6 397,9	6 347,9	50,0
2017	16	13 408,6	12 983,6	425,0
2018	0	–	–	–

Возникающие пожары являются преимущественно низовыми разной степени интенсивности. При сильной интенсивности низовых пожаров выгорает напочвенный покров, лесная подстилка, гумус, поврежденные насаждения заселяются вторичными вредителями.

Вклад отдельных факторов в образование очагов пожаров различен для рассматриваемых ООПТ. В ПНП на первом месте стоит антропогенный фактор – нарушение правил пожарной безопасности, неосторожное обращение граждан с огнем в лесу в пожароопасный сезон. Эта причина является основной из установленных для всех лесов, расположенных на землях лесного фонда Иркутской области (54...68 % в зависимости от года). Реже пожары на ООПТ

начинаются в связи с их переходом с земель иных категорий и из-за природных явлений (грозы). В БЛЗ причины многих пожаров остаются неизвестными. Так, в 2016 г. не были установлены причины 9 из 15 пожаров (60 %). Дальнейшее распределение пожаров по причинам возникновения аналогично наблюдаемому в ПНП.

В 2007–2018 гг. в целом возникновение пожаров в ПНП происходило в период с 28 марта по 31 октября. В отдельные годы распределение числа пожаров по месяцам было неоднородным, но в сумме максимум их был в апреле–июне, когда на эти месяцы пришлось около 65 % всех очагов возгораний (рис. 2). Максимально продолжительным был пожароопасный сезон 2014 г., продлившийся более полугода, хотя его напряженность была ниже средних показателей за 5 лет.

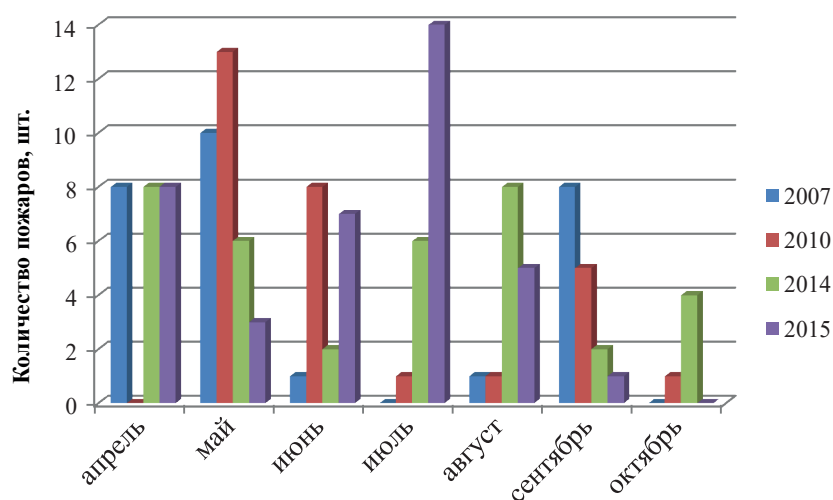


Рис. 2. Распределение количества пожаров в лесничествах Прибайкальского национального парка по пожароопасному сезону

Fig. 2. Distribution of the number of fires in the forest districts of the Pribaikalsky National Park by fire season

В БЛЗ сроки начала лесных пожаров сдвинуты к лету (с начала июня).

Общее число пожаров сильно варьировало по годам (табл. 1), в частности в ПНП – от 1 в июне 2012 г. до 38 в 2015 г. При этом связи между размерами выгоревшей площади и количеством возникших пожаров не наблюдалось. Так, в 2014 г. огнем была охвачена территория в 20 раз меньше по сравнению с последующим годом при том же числе пожаров, что можно объяснить климатическими параметрами этого года в Иркутской области. Летний период года, несмотря на преимущественно сухую погоду, характеризовался выпадением в отдельные дни ливневых осадков, достигавших местами критериев опасного явления. Весна была в два раза длиннее, чем обычно (60...80 дн.), с периодами похолодания и понижением температуры ночью до отрицательных значений даже в мае [8]. Все это существенно уменьшало возможность распространения пожаров. Аномально благоприятная ситуация с пожарами в 2012 г. также могла сложиться благодаря низкому уровню класса пожарной опасности по погодным условиям – на большей части Иркутской области в июле–августе количество осадков в 1,5–2 раза превысило средние многолетние значения.

Максимальная площадь, пройденная пожарами, пришлась на 2015 г., когда выгорели десятая часть лесистой территории ПНП и 15 % БЛЗ. Причиной практически всех пожаров в заповеднике в этот год были грозовые разряды. Катастрофическому распространению огня предшествовала чрезвычайная засуха. Тушение нескольких пожаров из-за недостатка финансовых средств, техники и людей продолжалось в течение 1 мес., а площадь возгорания увеличилась в сотни и тысячи раз с момента обнаружения. Наиболее пострадали леса БЛЗ и прилегающего к нему Онгуренского лесничества ПНП в связи с их удаленностью и труднодоступностью (территория заповедника относится к районам применения авиационных сил и средств пожаротушения, которых в регионе недостаточно). В целом горимость лесов для заповедника по пройденной огнем площади существенно выше таковой для национального парка и соответствует чрезвычайной степени относительной горимости по шкале проектного института «Росгипролес» [14].

Больше половины всех пожаров, зарегистрированных в ПНП (57 %) в последние годы, приходится на лесничества Иркутского района (Листвянское, Прибайкальское, Большереченское), 30 % – на лесничества Ольхонского района (Онгуренское, Береговое, Островное, Еланцинское), 13 % – на лесничества Слюдянского района (Половинское, Маритуйское, Байкальское) (рис. 3). По числу пожаров выделяется Островное лесничество, расположенное в пределах излюбленного места отдыха туристов – о. Ольхон.

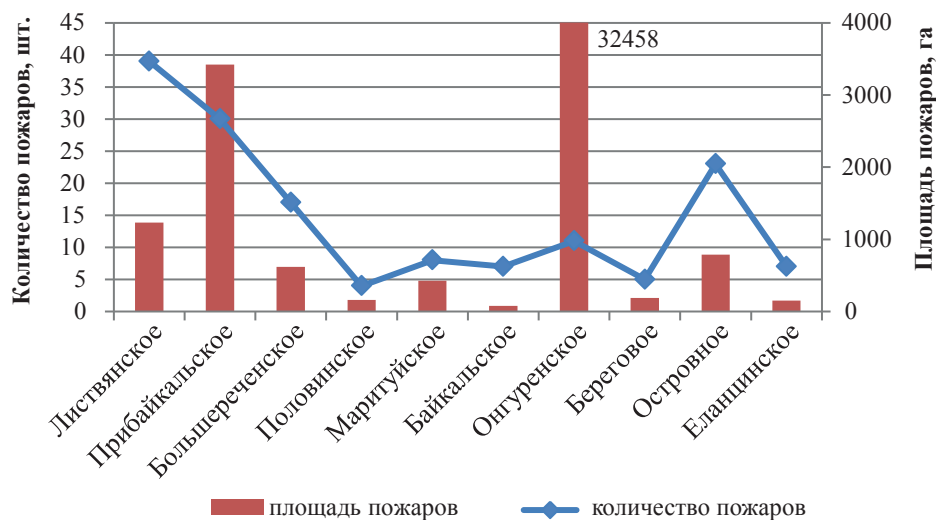


Рис. 3. Горимость растительности в лесничествах Прибайкальского национального парка в 2010–2018 гг.

Fig. 3. Fire frequency of vegetation in the forest districts of the Pribaikalsky National Park in 2010–2018

Климат на ООПТ Иркутской области в значительной степени определяется особенностями ландшафта и влиянием оз. Байкал. Южная часть ПНП с низкорельефом (Слюдянский район) характеризуется режимом влажного лета. За период с апреля по сентябрь количество осадков здесь достигает 600 мм, среднемноголетнее число дней с осадками – 70. К северу от Ангары территория ПНП (Иркутский и Ольхонский районы) лежит в дождевой тени,

связанной с положением Приморского хребта. Число дней с осадками с апреля по сентябрь здесь не превышает 60, а количество осадков вдвое меньше. Температурный режим рассматриваемых территорий в связи с близостью Байкала примерно одинаков. Несмотря на то, что горимость растительности в лесничествах Слюдянского района существенно меньше и по числу пожаров, и по пройденной огнем площади, однозначно связать пожарный риск с климатическими условиями в данном случае нельзя.

В целом риск возникновения пожаров находится в прямой зависимости от рекреационной нагрузки территории в связи с увеличением источников огня – максимальное число пожаров зарегистрировано в лесничествах с наиболее привлекательными для туристов местами. Максимальная частота пожаров в наиболее посещаемых местах зафиксирована и на других ООПТ [2]. Дополнительным фактором уязвимости лесов ООПТ является преобладание сосняков, слабоустойчивых к пирогенному фактору из-за сухих местообитаний с легко возгораемым напочвенным покровом и высокой горимости доминирующего вида в биоценозе. Размер выгоревшей площади зависит в первую очередь от оперативности получения информации о пожаре и доступности территории для тушения.

Леса ООПТ предоставляют практически все виды экосистемных услуг. Масштабы снижения экосистемных услуг лесов можно выразить через величину различного рода ущербов, связанных с пожарами. Стоимость потери древесины на корню, которая зависит от вида и интенсивности пожара, доминирующей породы в массиве и ее диаметра, для ПНП варьировала от 112,5 тыс. до 137,8 млн р., для БЛЗ – от 28,5 тыс. до 487,7 млн р. в год (в среднем – 26,96 и 178,56 млн р. соответственно). Максимальный ущерб ожидаемо отмечался в 2015 г. Так как лесные массивы ООПТ относятся к лесам, имеющим природоохранное значение, и объектами лесозаготовок не являются, то эта величина будет характеризовать уменьшение объемов регулирующих, поддерживающих и культурных услуг, причем не только на расчетный год, но и на ряд последующих лет. Естественное восстановление лесных экосистем после пожаров занимает до 100 лет, и не всегда экологическая сукцессия приводит к исходному биоценозу [20, 21].

Ущерб, причиненный ОС пожаром растительности, определяется ущербом [6] от снижения средообразующих функций леса, загрязнения ОС продуктами горения, гибели представителей фито- и зооценозов. Это будет увеличивать объем недополученных регулирующих и поддерживающих услуг лесов.

Первая величина рассчитывается путем умножения размера ущерба от потерь древесины на коэффициент экологической значимости лесов: для заповедников – 5, национальных парков – 4. Для средних значений в нашем случае – 107,84 млн р. в год для ПНП и 892,8 млн р. в год для БЛЗ.

Вторая величина согласно [6] устанавливается по четырем видам загрязняющих веществ, образующихся при лесном пожаре: оксиду углерода, оксиду азота, взвешенным частицам, углеводородам. Ущерб по каждому из них рассчитывается перемножением их массы, норматива платы за выброс и, в нашем случае, дополнительного коэффициента 2, применяемого для территорий, находящихся под особой охраной [10].

Среднегодовые потери древесины, соответствующие представленной выше стоимости потерь в денежном эквиваленте, составили 327,54 и 2359,26 тыс. м³

для ПНП и БЛЗ соответственно. Учитывая, что основная порода в рассматриваемых лесах – сосна, примем соответствие веса в килограммах одному кубометру древесины: $1 \text{ м}^3 = 850 \text{ кг}$. Тогда ежегодные потери древесины в среднем составят 278,41 и 2 005,37 тыс. т. Расчет среднегодового ущерба от загрязнения ОС можно представить в виде табл. 2.

Таблица 2

**Ущерб от загрязнения окружающей природной среды
основными продуктами горения древесины**

Вещество	Удельный выброс, кг/т биомассы	Масса выброса, т	Норматив платы, р./т	Ущерб, р.
<i>Прибайкальский национальный парк</i>				
Оксид азота	2	556,82	93,5	104 125,34
Оксид углерода	125	34 801,39	1,6	111 364,46
Углеводороды	12	3 340,93	108,0	721 640,88
Взвешенные частицы	22	6 125,04	36,6	448 352,92
<i>Итого</i>				1 385 483,98
<i>Байкало-Ленский заповедник</i>				
Оксид азота	2	4 010,74	93,5	750 008,44
Оксид углерода	125	250 671,27	1,6	802 148,06
Углеводороды	12	24 064,44	108,0	5 197 919,43
Взвешенные частицы	22	44 118,14	36,6	3 229 448,09
<i>Итого</i>				9 979 524,02

В то же время при пожаре растительности сгорает не только древесина, но и так называемые растительные горючие материалы (РГМ) – кустарники, сухая трава, валежник, лиственный и хвойный опад и т. д. Определено, что масса РГМ для лесных территорий нашего региона в среднем 2,5 т/га [12], коэффициент недожога для РГМ – 0,9 [11]. Тогда масса сгоревших РГМ в год составит в среднем 14 590,3 т для ПНП и 73 877,3 т для БЛЗ. С учетом тех же удельных выбросов вредных веществ при сгорании лесной биомассы ущерб от них для ПНП и БЛЗ будет соответственно 72,6 и 367,6 тыс. р. в год.

Таким образом, выделяющиеся при лесных пожарах продукты горения приводят к дополнительному среднегодовому ущербу 1,46 и 10,35 млн р. для ПНП и БЛЗ соответственно. Без учета гибели животных, суммарный ущерб от пожаров, напрямую уменьшающих возможности предоставления экосистемных услуг леса, составляет для ПНП и БЛЗ соответственно 136,26 и 1081,71 млн р. в год.

Последствия пожаров не ограничиваются материальным ущербом. С учетом других видов негативного воздействия на природные экосистемы пожары можно с уверенностью включить в перечень возможных причин сокращения биологического разнообразия.

На рис. 4 графически проанализированы источники опасных событий (пожаров растительности) и их последствий: методом «галстук–бабочка» [1].

Барьерами безопасности, предотвращающими или уменьшающими вероятность возникновения пожаров (на схеме слева), являются:

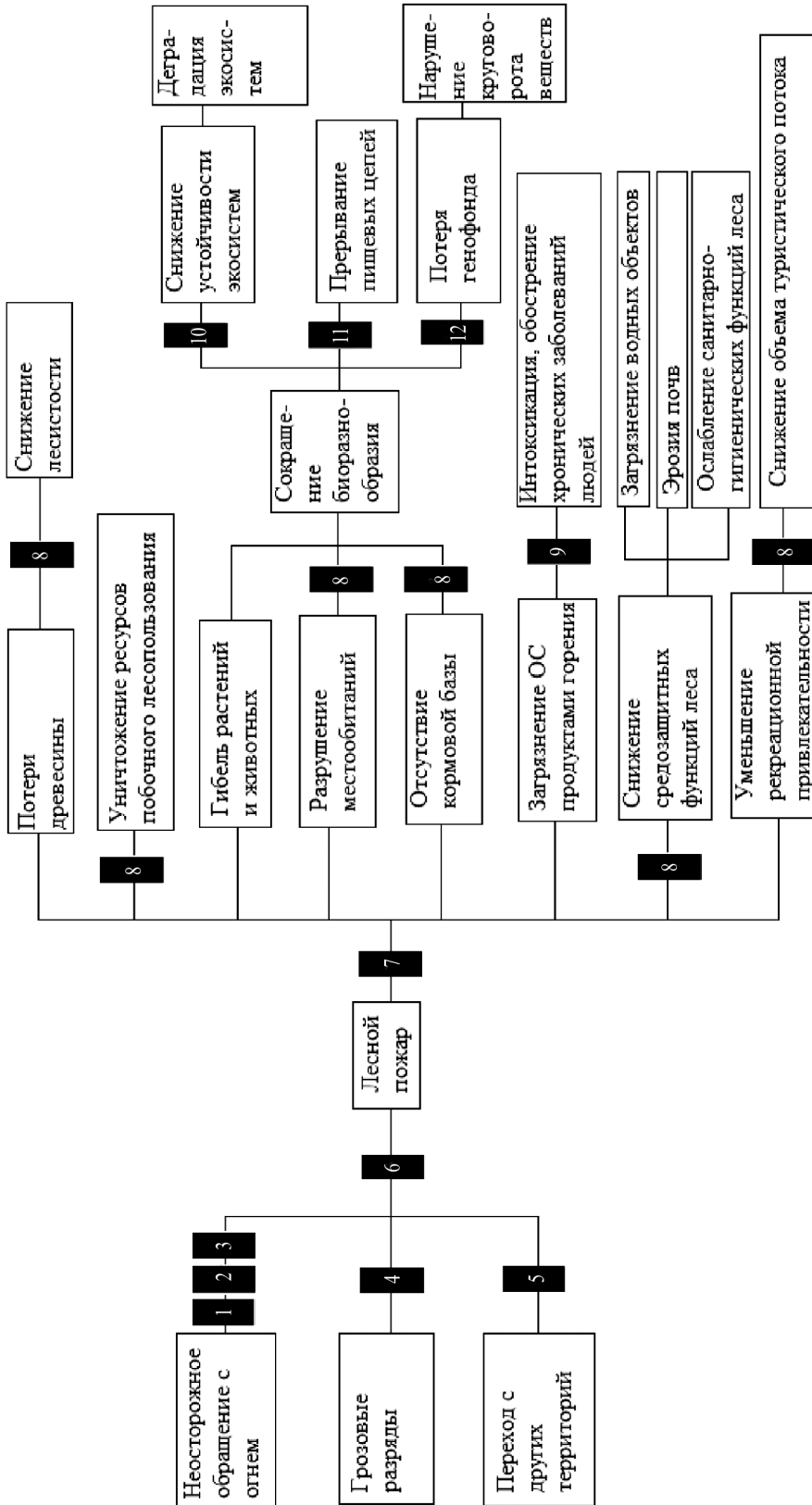


Рис. 4. Идентификация причин и последствий пожаров растительности

Fig. 4. Identification of causes and effects of vegetation fires

- 1 – профилактическая работа с отдыхающими и населением, повышение общей экологической культуры;
 - 2 – ограничение посещений лесов рекреантами в пожароопасный период;
 - 3 – организация дополнительных к имеющимся специально оборудованных мест для туристической деятельности (пикниковых стоянок);
 - 4 – внедрение автономных систем мониторинга пожаров растительности;
 - 5 – контроль над сельскохозяйственными палами;
 - 6 – противопожарная профилактика в лесах (санитарные рубки, очистка от валежника, создание барьеров и др.).
- К методам управления в условиях пожара и после него (на схеме справа) можно отнести:
- 7 – повышение эффективности пожаротушения на ранней стадии пожара;
 - 8 – лесовосстановление;
 - 9 – ограничение пребывания людей на открытой местности, использование средств защиты;
 - 10 – поддержание максимально возможного многообразия биогенезов путем создания оптимального ландшафта;
 - 11 – возобновление популяций исчезающих животных;
 - 12 – восстановление кормовой базы для того или иного вида животных.

Заключение

Практически ежегодно пожары растительности, преобладающие на ООПТ Иркутской области, приводят к существенному снижению объемов экосистемных услуг лесов. В год для Прибайкальского национального парка общий ущерб в среднем составляет 136,26, для Байкало-Ленского заповедника – 1081,71 млн р. Барьерами безопасности, наиболее действенными в отношении пожаров растительности, являются внедрение автономных систем мониторинга, повышение экологической просвещенности и культуры рекреантов, а также обустройство дополнительного количества пикниковых стоянок, регулирующих поток «диких» туристов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. ГОСТ Р 51901.23–2012. Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска: утв. 29.11.2012 г., введ. 2013-12-01. М.: Стандартинформ, 2014. [*GOST R 51901.23–2012. Risk Management. Risk Register. Guide on Assessment of Hazards Risk for Inclusion in Risk Register: Approved on November 29, 2012. Moscow, Standartinform Publ., 2014*].
2. Дубинин А.Е., Залесов С.В. Горимость сосновых лесов Ильменского заповедника и послепожарные последствия в них // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун-та. 2016. № 3. С. 101–106. [Dubinin A., Zalesov S. Fire Occurrence in Ilmensk Forest Reserve Pinery and After-Fire Effects in Them. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2016, no. 3, pp. 101–106].
3. Логинов А.А., Лыков И.Н., Васильева М.А. Укрупненная оценка стоимости экосистемных услуг леса // Проблемы региональной экологии. 2018. № 3. С. 120–124. [Loginov A.A., Lykov I.N., Vasilyeva M.A. The Integrated Assessment of the Value of Forest Ecosystem Services. *Problemy regional'noy ekologii* [Regional Environmental Issues], 2018, no. 3, pp. 120–124]. DOI: [10.24411/1728-323X-2018-13120](https://doi.org/10.24411/1728-323X-2018-13120)

4. Макаров В.П., Малых О.Ф., Горбунов И.В., Пак Л.Н., Зима Ю.В., Банщикова Е.А., Желибо Т.В. Влияние пожаров на флористическое разнообразие сосновых лесов Восточного Забайкалья // Лесн. журн. 2019. № 1. С. 77–86. (Изв. высш. учеб. заведений). [Makarov V.P., Malykh O.F., Gorbunov I.V., Pak L.N., Zima Yu.V., Banshchikova E.A., Zheliboto T.V. Influence of Fires on Pine Forest Floristic Diversity of the Eastern Transbaikalian Territory. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 1, pp. 77–86]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2019.1.77](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.1.77). URL: http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/8e1/77_86.pdf
5. Москальченко С.А., Пономарев Е.И., Иванов А.В. Горимость лесов Красноярского края в современных условиях // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. 32, № 1-2. С. 33–39. [Moskal'chenko S.A., Ponomarev E.I., Ivanov A.V. Fire Frequency of Forests of Krasnoyarsk Krai under Current Conditions. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2014, vol. 32, no. 1–2, pp. 33–39].
6. Об утверждении Инструкции по определению ущерба, причиняемого лесными пожарами: приказ Рослесхоза № 53 от 03.04.1998 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». [Order of the Federal Forestry Agency of April 03, 1998 No. 53 "On the Approval of the Instruction for the Determination of Damage Caused by Forest Fires". Access from the Reference Legal System "Consultant Plus"].
7. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды: приказ Рослесхоза № 287 от 5.07.2011 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». [Order of the Federal Forestry Agency of July 05, 2011 No. 287 "On the Approval of Classification of Natural Fire Hazard of Forests and Classification of Fire Hazard in Forests Depending on Weather Conditions". Access from the Reference Legal System "Consultant Plus"].
8. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году: гос. докл. Иркутск: Форвард, 2015. 328 с. [On the State and Environmental Protection of Irkutsk Region in 2014: State Report. Irkutsk, Forvard Publ., 2015. 328 p.].
9. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2017 году: гос. докл. Иркутск: Мегапринт, 2018. 249 с. [On the State and Environmental Protection of Irkutsk Region in 2017: State Report. Irkutsk, Megaprint Publ., 2018. 249 p.].
10. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». [Decree of the Government of the Russian Federation of September 13, 2016 No. 913 "On the Rates of Fees for the Negative Impact on the Environment and Additional Coefficients". Access from the Reference Legal System "Consultant Plus"].
11. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Методика оценки неучтенной экологической нагрузки на атмосферу, создаваемую пожарами Иркутской области // Вестн. Забайк. гос. ун-та. 2016. Т. 22, № 1. С. 48–56. [Timofeeva S., Garmyshev V. Assessment of the Unaccounted Environmental Pressure on the Atmosphere Created by the Fires of the Irkutsk Region. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Transbaikalian State University Journal], 2016, vol. 22, no. 1, pp. 48–56].
12. Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Хисматулин С.Р., Малыхин А.В. Социальные, экономические и экологические последствия пожаров в муниципальных центрах Сибирского федерального округа: анализ, оценка, прогноз. Иркутск: Аспринт, 2010. 169 с. [Timofeeva S.S., Garmyshev V.V., Khismatulin S.R., Malykhin A.V. *Social, Economic and Environmental Consequences of Fires in the Civic Centers of the Siberian Federal District: Analysis, Assessment, and Forecast*. Irkutsk, Asprint Publ., 2010. 169 p.].
13. Цветков П.А., Буряк Л.В. Исследования природы пожаров в лесах Сибири // Сиб. лесн. журн. 2014. № 3. С. 25–42. [Tsvetkov P.A., Buryak L.V. Studies of Fire Nature in the Forests of Siberia]. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* [Siberian Journal of Forest Science], 2014, no. 3, pp. 25–42].

14. Цветков П.А., Горбунов А.С. Влияние рекреации на природную пожарную опасность сосновых лесов заповедника «Столбы» // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24, № 1. С. 72–79. [Tsvetkov P.A., Gorbunov A.S. The Influence of Recreation on Natural Fire Hazard of Pine Forests of the Reserve “Stolby”. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2007, vol. 24, no. 1, pp. 72–79].
15. Bouchard M., Pothier D. Long-Term Influence of Fire and Harvesting on Boreal Forest Age Structure and Forest Composition in Eastern Québec. *Forest Ecology and Management*, 2011, vol. 261, iss. 4, pp. 811–820. DOI: [10.1016/j.foreco.2010.11.020](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.020)
16. Carrasco L.R., Nghiem T.P.L., Sunderland T., Koh L.P. Economic Valuation of Ecosystem Services Fails to Capture Biodiversity Value of Tropical Forests. *Biological Conservation*, 2014, vol. 178, pp. 163–170. DOI: [10.1016/j.biocon.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.007)
17. Clear J.L., Seppä H., Kuosmanen N., Bradshaw R.H.W. Holocene Fire Frequency Variability in Vesijako, Strict Nature Reserve, Finland, and Its Application to Conservation and Management. *Biological Conservation*, 2013, vol. 166, pp. 90–97. DOI: [10.1016/j.biocon.2013.06.008](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.06.008)
18. Conard S.G., Sukhinin A.I., Stocks B.J., Cahoon D.R., Davidenko E.P., Ivanova G.A. Determining Effects of Area Burned and Fire Severity on Carbon Cycling and Emissions in Siberia. *Climatic Change*, 2002, vol. 55, iss. 1-2, pp. 197–211. DOI: [10.1023/A:1020207710195](https://doi.org/10.1023/A:1020207710195)
19. Engelmark O. Forest Fires in the Muddus National Park (Northern Sweden) during the Past 600 Years. *Canadian Journal of Botany*, 1984, vol. 62, iss. 5, pp. 893–898. DOI: [10.1139/b84-127](https://doi.org/10.1139/b84-127)
20. Knorre A.A., Kirilyanov A.V., Prokushkin A.S., Krusic P.J., Büntgen U. Tree Ring-Based Reconstruction of the Long-Term Influence of Wildfires on Permafrost Active Layer Dynamics in Central Siberia. *Science of The Total Environment*, 2019, vol. 652, pp. 314–319. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.10.124](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.124)
21. Lavoie L., Sirois L. Vegetation Changes Caused by Recent Fires in the Northern Boreal Forest of Eastern Canada. *Journal of Vegetation Science*, 1998, vol. 9, iss. 4, pp. 483–492. DOI: [10.2307/3237263](https://doi.org/10.2307/3237263)
22. Martinez-Harms M.J., Bryan B.A., Balvanera P., Law E.A., Rhodes J.R., Possingham H.P., Wilson K.A. Making Decisions for Managing Ecosystem Services. *Biological Conservation*, 2015, vol. 184, pp. 229–238. DOI: [10.1016/j.biocon.2015.01.024](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.024)

VEGETATION FIRES AS A FACTOR OF REDUCING THE VOLUME OF ECOSYSTEM SERVICES OF FORESTS OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS

I.V. Volchatova, Candidate of Biology, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAB-8113-2019](https://orcid.org/0000-0003-0515-8811),
ORCID: [0000-0003-0515-8811](https://orcid.org/0000-0003-0515-8811)

Irkutsk National Research Technical University, ul. Lermontova, 83, Irkutsk, 664074, Russian Federation; e-mail: belyana64@inbox.ru

Specially protected natural areas of federal importance in Irkutsk region occupy 1.84 mln ha, or 2.38 % of its area. Two objects are located in the central ecological zone of the Baikal natural territory (Baikal-Lena Nature Reserve and Pribaikalsky National Park); and are represented by five objects, two of which are located in the central ecological zone of the Baikal natural area (Baikal-Lena Nature Reserve, Pribaikalsky National Park). One of the key problems in these territories is fires. The article provides a brief forest fire characteristic of Irkutsk region; the analysis of fire frequency of vegetation of the Baikal-Lena Nature Reserve and Pribaikalsky National Park in 2007–2018 based on the statistical data is made. Fires occurred between March 28 and October 31 during these years. The maximum number of combustion

occurrences grown into fires in the Pribaikalsky National Park was observed in April–June. In the Baikal-Lena Nature Reserve the starting dates for forest fires are shifted to summer. The maximum area covered by fires was in 2015. More than half of all the fires registered in recent years in the National Park (57 %) are in the forest areas of Irkutsk region, 13 % in the forest areas of the Slyudyanskiy district and 30 % in the forest areas of the Ol'khonskiy district of Irkutsk region. The dependence of the fire hazard on the recreational load of the territory is observed. Most of the fires occurred in forest ecosystems, which led to a significant reduction in the potential of ecosystem services of forests. The total damage averaged 136.26 mln rub a year for the Pribaikalsky National Park, and 1,081.71 mln rub a year for the Baikal-Lena Nature Reserve. This amount includes the costs from wood losses, damage from a decrease in the environment-forming functions of a forest and pollution of the surrounding environment by burning products. This value also characterizes the decrease in the volume of regulating, supporting and cultural services of the forest. The analysis of the sources of vegetation fires and their consequences was carried out using the Bowtie method. Security barriers have been proposed. They reduce the likelihood of fires and extent of their consequences. The most effective barriers could be the introduction of autonomous systems for monitoring forest fires, increasing environmental awareness and culture of tourists.

For citation: Volchatova I.V. Vegetation Fires as a Factor of Reducing the Volume of Ecosystem Services of Forests of Specially Protected Natural Areas. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2019, no. 6, pp. 79–91. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.79

Keywords: specially protected natural areas, forest, vegetation fires, fire frequency, wood loss, damage.

Поступила 02.04.19 / Received on April 02, 2019
