

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Копейкин, С.В. Коптев, С.В. Третьяков

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), 163002, Россия, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, д. 17

korejkin.m@edu.narfu.ru

Анализ информации о лесных пожарах в Архангельской области показал всплески горимости лесов в период 1959–1961, 1972–1973, 1997–2001 и 2010–2011 гг. Для установления закономерностей влияния солнечной активности (чисел Вольфа) на горимость лесов проведены статистические исследования. Распределение чисел Вольфа по величине имеет закономерный характер и практически не изменяется по месяцам года. Для проверки гипотезы о статистической зависимости исследуемых факторов использован корреляционный анализ. Отмечена определенная взаимозависимость между метеорологическими факторами, жизнедеятельностью местного населения и количеством пожаров. Проведена оценка степени взаимосвязи площади и количества лесных пожаров, и солнечной активности. Установлена слабая связь между солнечной активностью и количеством лесных пожаров в лесном фонде. Рекомендуется использовать числа Вольфа для прогноза степени пожарной опасности только в совокупности с другими факторами.

Ключевые слова: солнечная активность, числа Вольфа, лесные пожары

Ссылка для цитирования: Копейкин М.А., Коптев С.В., Третьяков С.В. Влияние солнечной активности на лесные пожары в Архангельской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 3. С. 73–81. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-3-73-81

Лесные пожары, наряду с вырубками и вспышками вредных организмов оказывали и продолжают оказывать огромное влияние на лесные экосистемы. Несмотря на развитие средств обнаружения и тушения лесных пожаров, средств защиты и оснащения пожарных расчетов, ужесточение требований ко всем участникам лесных отношений, лесные пожары продолжают свое катастрофическое воздействие как в России, так и других странах. Нарращивание технических средств для борьбы с катастрофическими лесными пожарами имеет определенные сложности, поэтому во многих странах ищут пути прогнозирования и разрабатывают систему раннего предупреждения лесных пожаров. Можно привести множество примеров успешной локализации и ликвидации лесных пожаров при их своевременном обнаружении. Еще лучше заранее предсказать вероятность возникновения и распространение лесных пожаров на определенных территориях. Многие авторы увязывают вероятность возникновения и распространения лесных пожаров с солнечной активностью, отмечая цикличность этих воздействий. Для исследования возможного влияния солнечной активности на возникновение и распространение лесных пожаров использованы базы данных о лесных пожарах и солнечной активности для условий Архангельской обл. Солнечная активность представлена специальной переменной — числа Вольфа. Количество лесных пожаров получено по данным статистической отчетности за период с 1957 по 2018 гг. органов управления лесным хозяйством

Архангельской области (Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области.).

В настоящее время в Архангельской обл. лесные пожары, наряду с рубками, являются основной причиной утраты жизнеспособности насаждений. Пожарная опасность и горимость лесов зависят от группы естественных природных и антропогенных факторов. Последствия пожаров — это не только потери товарной древесины, но и утрата экосистемных услуг, особенно на территории рекреационных лесов и особо охраняемых природных территориях [1–8].

Во время лесного пожара происходит сгорание напочвенного покрова, лесной подстилки [9]. Мощность (интенсивность) лесного пожара во многом определяется наличием горючих материалов на площади, распределение которых в пространстве носит закономерный характер [10]. Предполагается, что существует связь между солнечной активностью и вероятностью возникновения лесных пожаров. Для установления зависимости вероятности возникновения, количества и параметров лесных пожаров от солнечной активности используются данные статистической отчетности Архангельской обл.

Пожары, возникающие на землях лесного фонда, имеют как природный, т. е. естественный характер (например, в результате грозы), так и антропогенный, возникновение которых напрямую связано с деятельностью человека по использованию участков лесного фонда или его нахождением в лесу в рамках общественного

	Жизнедеятельность местного населения	Метеорологические факторы	Прочие факторы	Неустановленные факторы
Жизнедеятельность местного населения		0,77	0,57	-0,07
Метеорологические факторы	0,77		0,59	0,42
Прочие факторы	0,57	0,58		0,10
Неустановленные факторы	-0,07	0,42	0,09	

Рис 1. Корреляционная зависимость факторов возникновения лесных пожаров
 Fig. 1. Correlation dependence of the factors of occurrence of forest fires

лесного сервитута. Однако и при этом могут быть различные вариации: начальное возгорание вызвано «сухими» грозами как природным явлением, а условия для его распространения созданы человеком, и наоборот первопричиной пожара является неосторожное обращение людей с огнем, а природа сама создала факторы, способствующие быстрому распространению пожара. Отдельные проблемы и закономерности возникновения пожаров по вине человека рассмотрены в работах Г.А. Мокеева, А.Д. Вакурова, Н.П. Курбатского, П.А.Цветкова, П.Н. Львова, А.И. Орлова [11–13].

Данные официальной статистики по лесным пожарам в Архангельской обл. распределяли по причинам возникновения и другим параметрам (количеству, площади) и сопоставляли их с показателями солнечной активности.

Проведенные ранее исследования лесных пожаров Архангельской обл. были направлены на установление связи между различными причинами возникновения пожаров в лесу. В тоже время, недостаточный объем данных и рассмотрение относительно короткого периода наблюдений делало невозможным получение достоверной информации о влиянии каких-либо конкретных факторов [14].

Результаты исследования взаимозависимости возникновения лесных пожаров от ряда факторов приведены на рис. 1.

Приведенные на рис. 1 зависимости показывают наличие некоторой статистической связи между факторами, но не обязательно причинно-следственного характера. Отмечена закономерная связь метеорологических факторов с жизнедеятельностью местного населения и количеством лесных пожаров. Для проведения более глубокого анализа на протяжении длительного периода времени необходимо иметь большее количество факторов, обуславливающих лесные пожары, что послужит основанием для построения полноценной модели риска их возникновения.

Цель работы

Цель работы — установление причинно-следственных связей влияния различных факторов на

вероятность возникновения лесных пожаров и использование чисел Вольфа для прогноза риска горимости лесов.

Материалы и методы

Охрана лесов включает в себя мероприятия как направленные на оперативное реагирование и эффективное тушение возникающих лесных пожаров, так и на профилактику и предупреждение возгораний в лесном фонде.

Т а б л и ц а 1

Лесные пожары в Архангельской области (2001–2018 гг.)

Forest fires in the Arkhangelsk region (2001–2018)

Год	Количество пожаров	Площадь, пройденная пожарами, тыс. га	Средняя площадь одного пожара, га	Доля пожаров, ликвидированных в течение суток, %
2001	954	10 545	11,1	—
2002	447	6 844	15,3	—
2003	320	3 587	11,2	—
2004	393	8 132	20,7	—
2005	434	2 879	6,6	—
2006	443	4 889	11,0	—
2007	54	1 059	19,6	—
2008	32	120	3,8	75,0
2009	72	180	2,5	83,3
2010	356	14 210	39,9	47,8
2011	703	79 605	113,2	43,1
2012	74	605	8,2	81,1
2013	320	5 341	16,7	62,0
2014	119	563	4,7	68,1
2015	56	539	9,6	80,3
2016	112	480	4,3	81,3
2017	35	857	24,5	82,9
2018	127	913	7,12	6,52

Значительная часть покрытой лесом территории Архангельской обл. относится к III, IV и V классам пожарной опасности, где возгорания возможны в периоды засух, около 13 % площади лесов области — к I и II классам, наиболее опасным в пожарном отношении. Средневзвешенный показатель в целом по области равен IV классу. Продолжительность пожароопасного сезона — с мая по сентябрь [15, 16].

Информация, отражающая динамику лесных пожаров на территории региона за период с 2001 по 2018 гг., по данным министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской обл., приведена в табл. 1.

За указанный период наблюдения резкий всплеск горимости лесов в Архангельской обл. пришелся на 2011 г., когда было зафиксировано 703 лесных пожара на площади 79 605 га и в огне погибло 486 тыс. м³ древесины. Сезоном с наименьшим количеством пожаров и, соответственно, наименьшей площади, стал 2008 г., когда произошло 32 лесных пожара на площади 120 га.

Доля пожаров в общем числе, ликвидированная в течение суток, показывает оперативность работы служб, исполняющих полномочия по тушению лесных пожаров в Архангельской обл. В настоящее время это Государственное автономное учреждение Архангельской обл. «Единый лесопожарный центр» [17].

Отметим, что показатели горимости за рассматриваемый период не самые высокие. Так, в 1960 г. в Архангельской обл. произошло 1237 лесных пожара на общей площади 168 928 га.

Динамика лесных пожаров в Архангельской обл. с распределением по причинам их возникновения за последние 17 лет в соответствии с данными отраслевых отчетов министерства природных ресурсов и ЛПК Архангельской обл. приведены в табл. 2.

Возгорания по причине жизнедеятельности местного населения — это возгорания, происходящие при переходе сельскохозяйственных палов на приусадебных участках, огородах, земельных наделах в лесной фонд, при неосторожном обращении населения с огнем при посещении лесов.

Метеорологические факторы включают в себя, прежде всего, грозы. К прочим факторам относят деятельность лесозаготовительных предприятий, железнодорожный транспорт, который перевозит горючесмазочные материалы, топливо и т. п., обрыв линий электропередач и т. д. Всего отмечен 5051 пожар. При этом установлено, что возгорание в 3076 случаях происходило по причине недобросовестного обращения с огнем местного населения.

Т а б л и ц а 2

Причины возникновения возгораний на территории лесного фонда Архангельской области в 2001–2018 гг.

Causes of fires on the territory of the forest fund of the Arkhangelsk region in 2001–2018

Год	Количество лесных пожаров	Распределение количества лесных пожаров по причинам возникновения			
		Жизнедеятельность местного населения	Метеорологические факторы	Прочие факторы	Не установленные причины
2001	954	679	251	24	—
2002	447	274	158	15	—
2003	320	210	108	2	—
2004	393	282	110	1	—
2005	434	381	51	2	—
2006	443	335	101	7	—
2007	54	46	5	3	—
2008	32	29	1	2	—
2009	72	67	3	2	—
2010	356	181	130	1	44
2011	703	250	241	7	205
2012	74	43	2	7	22
2013	320	117	94	14	95
2014	119	32	18	6	63
2015	56	23	11	4	18
2016	112	58	47	7	—
2017	35	14	19	2	—
2018	127	55	54	14	3
Итого	5051	3076	1404	120	450
Среднее многолетнее	280,6	170,9	78	6,7	25

Анализ горимости лесов Архангельской области в связи с солнечной активностью

Исходными данными для проведения исследований влияния солнечной активности на горимость лесов являются наблюдения за период с 1957 по 2018 гг. специалистов государственных органов управления в сфере лесного хозяйства Архангельской обл., а также информация о солнечной активности (числа Вольфа) по данным работы специалистов ФГБУ «Дальневосточное УГМС» [18, 19] (табл. 3.)

Лесные пожары в Архангельской обл. сначала вызывают ослабление, а затем и гибель темнохвойных бореальных лесов. За период наблюдений с 1957 по 2018 гг. в области прошло 22 689 лесных пожара на общей площади 575 450 га, средняя площадь одного пожара составила 25,4 га.

Т а б л и ц а 3

Лесные пожары в Архангельской обл. за период 1957–2018 гг.

Forest fires in the Arkhangelsk region for the period 1957–2018

Год	Количество пожаров	Площадь пожаров, га	Средняя площадь пожара, га	Средние числа Вольфа	Год	Количество пожаров	Площадь пожаров, га	Средняя площадь пожара, га	Средние числа Вольфа
1957	277	9 221	33,3	189,8	1989	648	1 376	2,1	218,51
1958	170	1 920	11,3	184,59	1990	299	515	1,7	195,68
1959	516	13 163	25,5	158,75	1991	293	295	1,0	217,28
1960	1 237	168 928	136,6	113,11	1992	313	2 086	6,7	137,08
1961	434	20 311	46,8	53,88	1993	69	169	2,4	79,25
1962	126	1 719	13,6	37,6	1994	413	625	1,5	46,48
1963	290	2 303	7,9	27,89	1995	98	440	4,5	28,05
1964	564	8 623	15,3	10,2	1996	91	778	8,5	13,53
1965	392	5 536	14,1	14,81	1997	846	24 010	28,4	30,55
1966	486	5 705	11,7	46,87	1998	93	1 406	15,1	88,21
1967	842	6 480	7,7	93,67	1999	554	4 534	8,2	136,07
1968	177	455	2,6	105,89	2000	651	25 832	39,7	173,08
1969	344	604	1,8	105,56	2001	803	9 968	12,4	170,19
1970	668	9 634	14,4	105,52	2002	356	5 112	14,4	176,75
1971	193	366	1,9	66,65	2003	252	3 279	13,0	109,02
1972	1 257	68 589	54,6	68,93	2004	344	7 462	21,7	68,79
1973	982	42 281	43,1	38,15	2005	314	2 535	8,1	48,6
1974	582	1 970	3,4	34,42	2006	443	4 889	11,0	26,08
1975	293	617	2,1	15,46	2007	54	1 059	19,6	12,7
1976	107	258	2,4	12,53	2008	32	120	3,8	4,62
1977	348	764	2,2	27,55	2009	72	180	2,5	4,88
1978	149	288	1,9	92,49	2010	356	14 210	39,9	25,41
1979	108	405	3,8	155,22	2011	703	79 605	113,2	80,32
1980	769	1 779	2,3	155,48	2012	74	605	8,2	82,1
1981	247	215	0,9	140,48	2013	320	5 341	16,7	96,93
1982	191	308	1,6	116,29	2014	119	563	4,7	121,84
1983	225	345	1,5	64,97	2015	56	539	9,6	70,45
1984	257	498	1,9	46,22	2016	112	480	4,3	36,88
1985	275	243	0,9	17,94	2017	35	857	24,5	19,48
1986	613	724	1,2	13,4	2018	127	913	7,2	6,52
1987	120	589	4,9	29,22	Итого	22689	275450	25,4	4967,9
1988	510	826	1,6	99,03	Ср. многол.	366	9281,5	25,4	80,1

Многолетние наблюдения показывают, что по годам динамика очень сильно варьирует, можно наблюдать годы с минимальными значениями количества пожаров — 32, 54, 69, а также годы, когда возникало 1237 и 1257 пожаров за сезон. Схожая ситуация и по площадям, пройденным лесными пожарами.

Для оценки риска и прогнозирования возникновения лесных пожаров, можно использовать закономерную связь горимости лесов с климатическими изменениями. Для оценки используют

гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [20] и числа Вольфа. Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова оценивает условия увлажнения территории, сбалансированность расхода влаги ($ГТК < 0,5$ — очень засушливо, $0,5 \leq ГТК \leq 1$ — засушливо, $ГТК > 1$ — избыточно влажно), не учитывает увлажнение от выпадения осадков в весенний и осенний сезоны, когда температура еще не достигла 10°C . Таким образом, отсекается довольно значительная часть возгораний.

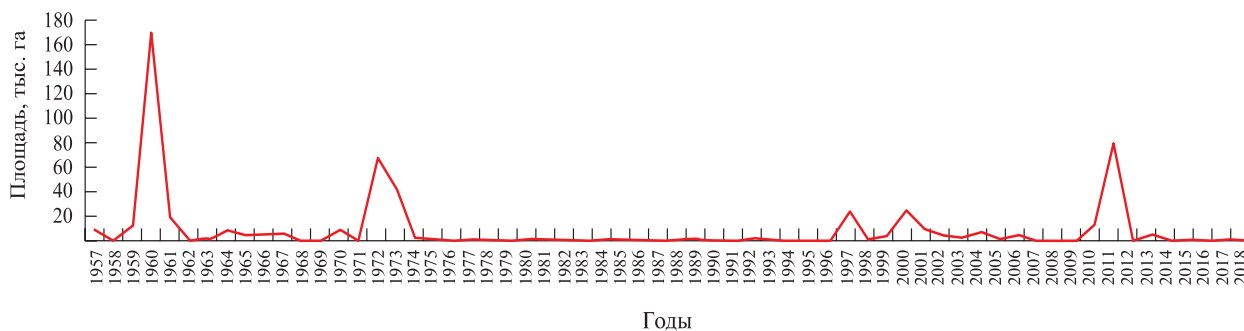


Рис. 2. Площадь лесных пожаров (тыс. гектаров в год) по Архангельской обл. за период с 1957 по 2018 гг.
Fig. 2. Area of forest fires (hectares per year) in the Arkhangelsk region for the period from 1957 to 2018

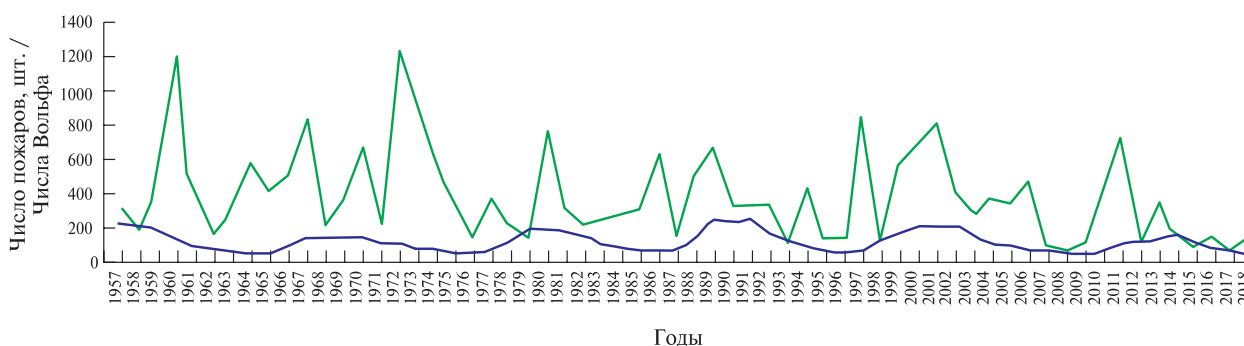


Рис. 3. Количество лесных пожаров в Архангельской обл. за период с 1957 по 2018 гг. и числа Вольфа
Fig. 3. The number of forest fires in the Arkhangelsk region for the period from 1957 to 2018 and Wolf numbers

Число Вольфа — это показатель, учитывающий солнечную активность. Повышение солнечной активности проявляется в появлении на солнце пятен, воздействующих на нижние слои атмосферы. Чем выше солнечная активность, тем больше число Вольфа [21].

В соответствии с изучением влияния солнечной активности на климатические и соответствующие погодные колебания выделяют циклы [22–24]:

- 11-летний (продолжительностью 9...14 лет);
- 22-летний (продолжительностью 18...25 лет);
- 100-летний, или вековой (продолжительностью 80...90 лет);
- многовековой (продолжительностью 1800...1900 лет).

Некоторые исследователи частично корректируют приведенную цикличность, указывая на 10- и 30-летние циклы солнечной активности, что, впрочем, не является отрицанием имеющейся информации и не противоречит принятой гипотезе [25].

Выявление цикличности в периодах солнечной активности позволяет с высокой вероятностью прогнозировать риски возникновения лесных пожаров [26].

Анализируя информацию о лесных пожарах в Архангельской обл. (см. табл. 3), можно отметить всплески горимости лесов в период 1959–1961, 1972–1973, 1997–2001 и 2010–2011 гг. (рис. 2, 3).

Результаты и обсуждение

По данным табл. 3 были рассчитаны статистические показатели лесных пожаров в Архангельской обл. (табл. 4).

Данные табл. 4 показывают, что изменчивость всех параметров лесных пожаров высока и очень высока, средняя площадь пожаров — $15,0 \pm 3,0$ га. Средняя общая площадь лесных пожаров по области имеет очень высокую изменчивость — 271 %, средняя общая площадь 9281 ± 3199 га и средняя площадь пожара $15 \pm 3,0$ достоверны на уровне не выше 90 %. Среднее число Вольфа составляет $80 \pm 7,7$ (рис. 4), среднее количество лесных пожаров — $320 \pm 27,5$.

Распределение чисел Вольфа по величине имеет закономерный характер и практически не изменяется по месяцам года.

Для исследования связи количества лесных пожаров с числами Вольфа проведен корреляционный анализ. Отмечена слабая связь между количеством пожаров и числом Вольфа, но она статистически значимая. Связь между средней площадью пожара, общей площадью лесных пожаров и числом Вольфа не установлена (рис. 5).

Значения коэффициентов корреляции составили:

- 1) между числами Вольфа и числом пожаров: $+0,26$, $F = 4,38$; $P = 0,04$,

Т а б л и ц а 4

Статистические характеристики лесных пожаров в Архангельской области

Statistics of forest fires in the Arkhangelsk region

Параметр	Среднее значение	Основная ошибка среднего значения	Срединное значение	Минимум	Максимум	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивости, %
Количество пожаров, шт.	320	27,5	293	32	1257	217	67
Общая площадь пожаров, га	9281	3199	1217	120	168928	25197	271
Средняя площадь пожара, га	15	3,0	7,8	0,9	136	24	159
Числа Вольфа	80	7,7	68,8	4,6	218	60	75

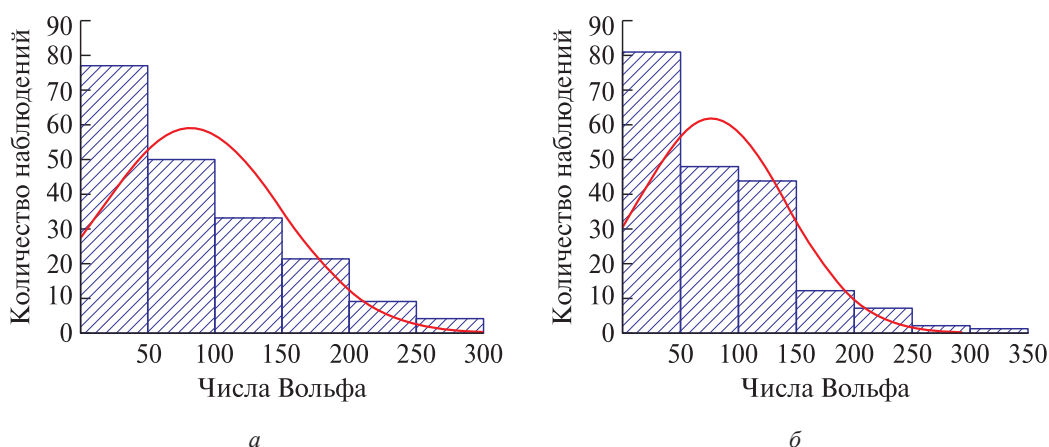


Рис. 4. Распределение чисел Вольфа в августе (а) и январе (б) за 1824–2019 гг
 Fig. 4. Distribution of Wolf numbers in August (a) and January (b) for 1824–2019

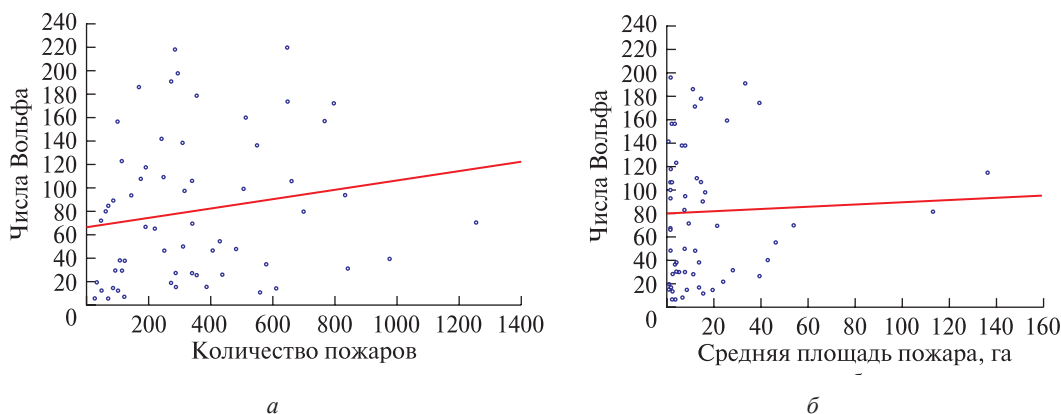


Рис. 5. Корреляция между числами Вольфа, количеством пожаров (а), средней площадью пожара (б)
 Fig. 5. Correlation between Wolf numbers, number of fires (a), average fire area (b)

где F — значение критерия Фишера;
 P — уровень значимости или вероятность случайной обусловленности результата);
 2) между числами Вольфа и средней площадью пожара:
 $+0,04$; $F = 0,09$; $P = 0,76$;
 3) между числами Вольфа и общей площадью пожаров:
 $+0,06$; $F = 0,22$; $P = 0,64$.

Выводы

В соответствии с рассмотрением результатов статистического анализа можно говорить о практическом отсутствии достоверных связей зависимости числа пожаров, их общей и средней площади от чисел Вольфа, отражающих солнечную активность. Большое влияние в данном случае оказывает жизнедеятельность местного населения, сопут-

ствующая увеличению числа возгораний при благоприятных метеорологических факторах. Ограничение доступа населения в лес в период высокой пожарной опасности является вполне обоснованным мероприятием.

Площадные параметры лесных пожаров не могут быть величинами, зафиксированными в одинаковых условиях, в т. ч. лесорастительных, временных (время возникновения, распространения, тушения и т. д.), Следует сказать о невозможности зафиксировать связь между площадью лесного пожара и причинами его возникновения.

В вопросе взаимосвязи между количеством пожаров и солнечной активностью была установлена слабая связь, т. е. не подтвердилась такая устойчивая зависимость для условий Архангельской обл. Однако это дает повод провести более детальные исследования. Для целей следующего шага по развитию данного направления необходимо классифицировать пожарную статистику по причинам возникновения, по возможности корректирования площадных характеристик во временных рамках или с учетом каких-либо других исходных данных.

Список литературы

- [1] Волчатова И.В. Пожары растительности как фактор снижения объема экосистемных услуг лесов особо охраняемых природных территорий // ИзВУЗ Лесной журнал, 2019. № 6. С. 79–91.
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.794
- [2] Дубинин А.Е., Залесов С.В. Горимость сосновых лесов Ильменского заповедника и послепожарные последствия в них // Вестник Башкирского ГАУ, 2016. № 3. С. 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.
- [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 // ИзВУЗ Лесной журнал, 2019. № 1. С. 77–86.
- [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.
- [6] Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Методика оценки неучтенной экологической нагрузки на атмосферу, создаваемую пожарами Иркутской области // Вестник Забайкальского ГУ, 2016. Т. 22, № 1. С. 48–56.
- [7] 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.
- [8] Цветков П.А., Бурак Л.В. Исследования природы пожаров в лесах Сибири // Сибирский лесной журнал, 2014. № 3. С. 25–42.
- [9] Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Прогнозирование поведения пожаров растительности // ИзВУЗ Лесной журнал, 2020. № 1. С. 9–25.
DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-9-25
- [10] Иванова Г.А., Иванов В.А. Зональность лесных горючих материалов и их пирогенная трансформация в сосняках Средней Сибири // ИзВУЗ Лесной журнал, 2020. № 4. С. 9–26. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-9-26
- [11] Зайцев А.П. Чрезвычайные ситуации. М.: Мир, 2002, 325 с.
- [12] Исаева Л.К., Власов А.Г. Методические указания расчета показателей, характеризующих опасность загрязнения окружающей среды выбросами от пожаров и аварий. М.: Изд-во Академии ГПС МЧС, 2003. 44 с.
- [13] Курбатский Н.П., Цветков П.А. Охрана лесов от пожаров в районах интенсивного освоения. Красноярск: Изд-во Института леса и древесины, 2006. 149 с.
- [14] Копейкин М.А. Лесные пожары в Архангельской области // Итоги 2017 года, динамика и причины. Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию: материалы I Междунар. молодежной науч.-практ. конф., Архангельск, 26–28 апреля 2018 г. Т. 2. Архангельск: Изд-во САФУ, 2018. 471 с.
- [15] О применении региональных классов пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. URL: <http://docs.cntd.ru/document/560454139> (дата обращения 20.12.2020).
- [16] Ефремов Д.Ф., Захаренков А.С., Копейкин М.А., Кузьмичев Е.П., Сметанина М.И., Солдатов В.В. Профилактика и меры предупреждения лесных пожаров в системе лесопользования Российской Федерации / под общ. ред. Е.П. Кузьмичева. М.: Всемирный банк, 2012. 104 с.
- [17] Единый лесопожарный центр. URL: <https://elc29.ru/sample-page/napravleniya-deyatelnosti/> (дата обращения 20.12.2020).
- [18] Геоинформационный портал Дальневосточного региона РФ, ФГБУ «Дальневосточное УГМС», ДЦ ФГБУ «НИЦ Планета». URL: <http://meteo-dv.ru> (дата обращения 20.12.2020).
- [19] Хабаровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с функциями регионального специализированного центра. URL: <http://www.khabmeteo.ru/cgi-bin/geofiz.cgi> (дата обращения 20.12.2020).
- [20] Виноградова В.В., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А. Динамика увлажнения и теплообеспеченности в переходных ландшафтных зонах по спутниковым и метеорологическим данным в начале XXI века // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2015. Т. 12. № 2. С. 162–172.
- [21] Геофизический центр Российской академии наук – ГЦ РАН, Мировой центр данных по Солнечно-Земной физике Москва. URL: <http://www.wdcb.ru/stp/solar/sunspots.ru.html> (дата обращения 20.12.2020).
- [22] Белецкий Е.Н. Цикличность – фундаментальное свойство развития и функционирования природных систем // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология, 2007. Вып. 3. С. 100–116.
- [23] Кривенко В.Г. Концепция природной цикличности и некоторые задачи хозяйственных стратегий России // Аграрная Россия, 2005. № 6. С. 41–47.
- [24] Витинский Ю.И., Копецкий М., Ку克林 Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. М.: Наука, 1986. 296 с.
- [25] Вильдяев В.М., Логунов О.Ю. О цикличности природных процессов // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2009. № 4. С. 106.
- [26] Кудрявцев М.Ю., Лукин В.В., Малинецкий Г.Г., Митин Н.А., Науменко С.А., Подлазов А.В., Румянцев А.А., Торопыгина С.А. Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации. М.: Изд-во ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2008. 28 с.

Сведения об авторах

Копейкин Михаил Адольфович — аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», kopejkin.m@edu.narfu.ru

Коптев Сергей Викторович — д-р с.-х. наук, зав. кафедрой лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», s.koptev@narfu.ru

Третьяков Сергей Васильевич — д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», s.v.tretyakov@narfu.ru

Поступила в редакцию 13.01.2021.

Принята к публикации 26.02.2021.

IMPACT OF SOLAR ACTIVITY ON FOREST FIRES IN ARKHANGELSK REGION

MA. Kopeykin, S.V. Koptev, S.V. Tretyakov

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia

kopejkin.m@edu.narfu.ru

Analysis of information on forest fires in the Arkhangelsk region showed bursts of forest fires in the period 1959–1961, 1972–1973, 1997–2001 and 2010–2011. To establish the regularities of the solar activity influence (Wolf numbers) on forest fires, statistical studies were carried out. The distribution of Wolf numbers in terms of magnitude has a regular character and practically does not change over the months of the year. Correlation analysis about the statistical dependence of the factors was used to test the hypothesis. A certain interdependence between meteorological factors, of the local population life and the number of fires has been noted. An assessment of the interconnection degree between the area and number of forest fires and solar activity has been carried out. A weak relationship has been established between solar activity and the number of forest fires in the forest fund. It is recommended to use Wolf numbers to predict the degree of fire hazard only in conjunction with other factors.

Keywords: solar activity, the number of Wolf, forest fires

Suggested citation: Kopeykin M.A., Koptev S.V., Tretyakov S.V. *Vliyaniye solnechnoy aktivnosti na lesnye pozhary v Arkhangel'skoy oblasti* [Impact of solar activity on forest fires in Arkhangelsk region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 73–81. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-3-73-81

References

- [1] Volchatova I.V. *Pozhary rastitel'nosti kak faktor snizheniya ob'ema ekosistemnykh uslug lesov osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy* [Vegetation fires as a factor in reducing the volume of ecosystem services in forests of specially protected natural areas]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2019, no. 6, pp. 79–91. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.794
- [2] Dubinin A.E., Zalesov S.V. *Gorimost' sosnovykh lesov Il'menskogo zapovednika i poslepozharnye posledstviya v nikh* [Burningness of pine forests of the Ilmensky reserve and post-fire consequences in them]. *Vestnik Bashkirskogo GAU* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2016, no. 3, pp. 101–106.
- [3] Loginov A.A., Lykov I.N., *Vasil'eva M.A. Ukrupnennaya otsenka stoimosti ekosistemnykh uslug lesa* [An integrated assessment of the cost of ecosystem services in the forest]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology], 2018, no. 3, pp. 120–124.
- [4] Makarov V.P., Malykh O.F., Gorbunov I.V., Pak L.N., Zima Yu.V., Banshchikova E.A., Zhelibo T.V. *Vliyaniye pozharov na floristicheskoe raznoobrazie sosnovykh lesov Vostochnogo Zabaykal'ya* [The influence of fires on the floristic diversity of pine forests in Eastern Transbaikalia]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2019, no. 1, pp. 77–86.
- [5] Moskal'chenko S.A., Ponomarev E.I., Ivanov A.V. *Gorimost' lesov Krasnoyarskogo kraya v sovremennykh usloviyakh* [The fire rate of the forests of the Krasnoyarsk Territory in modern conditions]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Coniferous boreal zones], 2014, v. 32, no. 1–2, pp. 33–39.
- [6] Timofeeva S.S., Garmyshev V.V. *Metodika otsenki neuchtennoy ekologicheskoy nagruzki na atmosferu, sozdavaemuyu pozharami Irkutskoy oblasti* [Methodology for assessing unaccounted environmental load on the atmosphere created by fires in the Irkutsk region]. *Vestnik Zabaykal'skogo GU* [Bulletin of the Zabaikalsky State University], 2016, v. 22, no. 1, pp. 48–56.
- [7] Timofeeva S.S., Garmyshev V.V., Khismatulin S.R., Malykhin A.V. *Sotsial'nye, ekonomicheskie i ekologicheskie posledstviya pozharov v munitsipal'nykh tsentrakh Sibirskogo federal'nogo okruga: analiz, otsenka, prognoz* [Social, economic and environmental consequences of fires in the municipal centers of the Siberian Federal District: analysis, assessment, forecast]. Irkutsk: Asprint, 2010, 169 p.
- [8] Tsvetkov P.A., Buryak L.V. *Issledovaniya prirody pozharov v lesakh Sibiri* [Research of the nature of fires in the forests of Siberia]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal], 2014, no. 3, pp. 25–42.

- [9] Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. *Prognozirovanie povedeniya pozharov rastitel'nosti* [Forecasting the behavior of vegetation fires]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 1, pp. 9–25. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-1-9-25
- [10] Ivanova G.A., Ivanov V.A. *Zonal'nost' lesnykh goryuchikh materialov i ikh pirogennaya transformatsiya v sosnyakakh Sredney Sibiri* [Zoning of forest combustible materials and their pyrogenic transformation in pine forests of Central Siberia]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 4, pp. 9–26. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-4-9-26
- [11] Zaytsev A.P. *Chrezvychaynye situatsii* [Emergencies]. Moscow: Mir, 2002, 325 p.
- [12] Isaeva L.K., Vlasov A.G. *Metodicheskie ukazaniya rascheta pokazateley, kharakterizuyushchikh opasnost' zagryazneniya okruzhayushchey sredy vybrosami ot pozharov i avariyy* [Methodological guidelines for calculating indicators characterizing the danger of environmental pollution by emissions from fires and accidents]. Moscow: Akademiya GPS MChS [Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations], 2003, 44 p.
- [13] Kurbatskiy N.P., Tsvetkov P.A. *Okhrana lesov ot pozharov v rayonakh intensivnogo osvoeniya* [Protection of forests from fires in areas of intensive development]. Krasnoyarsk: ILiD, 2006, 149 p.
- [14] Kopeykin M.A. *Lesnye pozhary v Arkhangel'skoy oblasti* [Forest fires in the Arkhangelsk region]. *Itogi 2017 goda, dinamika i prichiny. Arkhticheskie issledovaniya: ot ekstensivnogo osvoeniya k kompleksnomu razvitiyu: materialy I Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Results of 2017, dynamics and reasons. Arctic research: from extensive development to integrated development: materials of the 1st International Youth Scientific and Practical Conference]. Arkhangelsk, April 26–28 2018. V. 2. Arkhangelsk: NArFU, 2018, 471 p.
- [15] *O primeneni regional'nykh klassov pozharnoy opasnosti v lesakh v zavisimosti ot usloviy pogody* [On the application of regional classes of fire hazard in forests, depending on weather conditions]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/560454139> (accessed 20.12.2020).
- [16] Efremov D.F., Zakharenkov A.S., Kopeykin M.A., Kuz'michev E.P., Smetanina M.I., Soldatov V.V. *Profilaktika i mery preduprezhdeniya lesnykh pozharov v sisteme lesoupravleniya Rossiyskoy Federatsii* [Prevention and prevention of forest fires in the forest management system of the Russian Federation]. Ed. E.P. Kuzmichev. Moscow: Vsemirnyy bank, [World Bank], 2012, 104 p.
- [17] *Edinyy lesopozharnyy tsentr* [Unified forest fire center]. Available at: <https://elc29.ru/sample-page/napravleniya-deyatelnosti/> (accessed 20.12.2020).
- [18] *Geoinformatsionnyy portal Dal'nevostochnogo regiona RF, FGBU «Dal'nevostochnoe UGMS», DTs FGBU «NITs Planeta»* [Geo-information portal of the Far Eastern region of the Russian Federation, FGBU «Far Eastern UGMS», DC FGBU «Research Center Planeta»]. Available at: <http://meteo-dv.ru> (accessed 20.12.2020).
- [19] *Khabarovskiy tsentr po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy s funktsiyami regional'nogo spetsializirovannogo tsentra* [Khabarovsk Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring with the functions of a regional specialized center]. Available at: <http://www.khabmeteo.ru/cgi-bin/geofiz.cgi> (accessed 20.12.2020).
- [20] Vinogradova V.V., Titkova T.B., Cherenkova E.A. *Dinamika uvlazhneniya i teploobespechennosti v perekhodnykh landshaftnykh zonakh po sputnikovym i meteorologicheskim dannym v nachale KhKhI veka* [Dynamics of humidification and heat supply in transitional landscape zones according to satellite and meteorological data at the beginning of the XXI century]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2015, v. 12, no. 2, pp. 162–172.
- [21] *Geofizicheskiy tsentr Rossiyskoy akademii nauk — GTs RAN, Mirovoy tsentr dannykh po Solnechno-Zemnoy fizike Moskva* [Geophysical Center of the Russian Academy of Sciences — GC RAS, World Data Center for Solar-Terrestrial Physics Moscow]. Available at: <http://www.wdcb.ru/stp/solar/sunspots.ru.html> (accessed 20.12.2020).
- [22] Beletskiy E.N. *Tsiklichnost' — fundamental'noe svoystvo razvitiya i funktsionirovaniya prirodnykh sistem* [Cyclicality is a fundamental property of the development and functioning of natural systems]. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta. Ser. Biologiya* [Bulletin of the Kharkov National Agrarian University. Ser. Biology], 2007, v. 3, pp. 100–116.
- [23] Krivenko V.G. *Kontseptsiya prirodnykh tsiklik i nekotorye zadachi khozyaystvennykh strategiy Rossii* [The concept of natural cycles and some tasks of economic strategies in Russia]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2005, no. 6, pp. 41–47.
- [24] Vitinskiy Yu.I., Kopetskiy M., Kuklin G.V. *Statistika pyatnoobrazovatel'noy deyatel'nosti Solntsa* [Statistics of the sunspot-forming activity of the Sun]. Moscow: Nauka, 1986, 296 p.
- [25] Vil'dyaev V.M., Logunov O.Yu. *O tsiklichnosti prirodnykh protsessov* [On the cyclical nature of natural processes]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia], 2009, no. 4, p. 106.
- [26] Kudryavtsev M.Yu., Lukin V.V., Malinetskiy G.G., Mitin N.A., Naumenko S.A., Podlazov A.V., Rummyantsev A.A., Toropygina S.A. *Upravlenie riskami lesnykh pozharov na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Forest fire risk management in the Russian Federation]. Moscow: IPM im. M.V. Keldysh RAN, 2008, 28 p.

Authors' information

Kopeykin Mikhail Adol'fovich — Pg. Student of Silviculture and Forest Management department, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, kopejkin@narfu.edu.ru

Koptev Sergey Viktorovich — Dr. Sci. (Agriculture), Head of the of Silviculture and Forest Management department, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, s.koptev@narfu.ru

Tretyakov Sergey Vasilievich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of Silviculture and Forest Management department, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, s.v.tretyakov@narfu.ru

Received 13.01.2021.

Accepted for publication 26.02.2021.