

УДК 523: 504.055: 630*431.4: 519.876

**АКТИВНОСТЬ СОЛНЦА И ГОДИЧНАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ
ПОЖАРОВ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ****Мазуркин П.М., Блинова К.С.***Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru*

Рассмотрена концепция зависимости лесов как ядра биосферы Земли от активности Солнца по числу Вольфа. Принята точка на Земле в виде участка лесистой территории национального парка по лесным пожарам за 2002 год. По датам каждого лесного пожара были учтены: время от зимнего солнцестояния с 21 марта, склонение оси Земли к Солнцу, число Вольфа активности Солнца на день возникновения лесного пожара. Среди влияющих факторов первое место заняло время от зимнего солнцестояния. Второе место – склонение Солнца, а на третье – число Вольфа. Среди зависимых факторов первым стало склонение Солнца, вторым – время от 21.03, а третьим активность Солнца. В итоге параметры Земли первичны. Наиболее опасен интервал числа Вольфа $90 \leq V \leq 180$ и сильный размах колебания во многом зависит от поведения людей.

Ключевые слова: заповедник, лесные пожары, динамика, Солнце, склонение, число Вольфа**THE SUN ACTIVITY AND ANNUAL DYNAMICS OF FOREST FIRE
ON THE RESERVED TERRITORIES****Mazurkin P.M., Blinova K.S.***Volga State University of Technology, Yoshcar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru*

The concept of dependence of forests as an Earth biosphere core on the Sun activity according to the Wolf number was shown. There was considered the spot on the Earth in the area of forest territory of national park in accordance with forest fire in the period of 2002. The dates of each forest fire were taken into account: the time of winter solstice since 21st March, inclination of the Earth axis to the Sun, The Wolf number of the Sun activity on the day of fire forest. Among the following factors the first place was taken by the time of winter solstice. The second place was given to inclination of the Sun, and the third was taken by the Wolf number. Among the dependent factors the first was inclination of the Sun, the second was the time dated 21st March, and the third was the Sun activity. As a result the parameters of the Earth are primary. The most dangerous interval of the Wolf number is $90 \leq V \leq 180$ and great range of difference depends much on people's behavior.

Keywords: national park, forest fire, dynamics, Sun, inclinational, Wolf number

Пожар – неконтролируемый процесс горения. Лесной пожар (рис. 1) – стихийное, неуправляемое распространение огня по участкам леса.

*Рис. 1. Лесной пожар [1]*

Лишь 4% возникающих в мире лесных пожаров имеют естественные причины и возникают от удара молнии, в остальных 96% случаев прямо или косвенно виноваты люди, сообщает Всемирный фонд дикой природы (WWF) Германии. «Человек прямо или косвенно, преднамеренно или по халатности, виноват в возникновении подавля-

ющей части лесных пожаров. Если лесные пожары случаются слишком часто, горят слишком сильно, появляются в необычное время года или в нетипичном месте, то это верный знак, что экосистема вышла из равновесия из-за «вмешательства человека», – говорится в обновленном обзоре WWF Германии «Леса в огне» [1].

Процесс горения является химической реакцией, при которой происходит взаимодействия лесного горючего материала с кислородом воздуха. Горение – сложная химическая реакция, протекающая в условиях прогрессивного самоускорения, связанного с накоплением в системе теплоты или катализирующих продуктов реакции. Сущность горения заключается в нагревании горючего материала до начала его теплового разложения.

Концепция исследования. В лесу летом нагревание происходит иногда месяцами, но *лесные горючие материалы* не доходят до возгорания. Здоровая лесная среда в жару создает прохладу, повышая влажность и снижая температуру внутри себя.

Хвойные леса возникли около 360 млн. лет назад, а лиственные – около 180. В ходе эволюции лиственные деревья оказались более приспособленными к глобальным потеплениям. Человека в те времена не было, а лесные пожары случались, но преимущественно в хвойных лесах из-за ударов молний. И в наше время основными факторами лесных пожаров являются температура и влажность. Поэтому возникновение 96 % случаев лесных пожаров по вине человека указывает только на то, что лесные горючие материалы сильно нагреты и они способны к возгоранию из-за трех главных факторов:

- 1) повышение интенсивности солнечной радиации;
- 2) снижение площади лесных ареалов;
- 3) ухудшение качества (повышение возгораемости) лесных древостоев.

За основу взяли активность Солнца по числам Вольфа. Чтобы снизить влияние второго фактора, брали на Земле участок леса, а для элиминирования третьего фактора учитывали распределение лесных пожаров на особо охраняемой территории.

Объект исследования. Государственный природный национальный парк «Марий Чодра», что в переводе означает «марийский лес» (рис. 2), организован 01.12.1985. Динамика 266 пожаров приведена в [2] за 1982–2009 гг. И назван он так не случайно – вся территория покрыта прекрасными сосновыми борами и хвойно-широколиственными лесами. Парк находится на юго-востоке Республики Марий Эл.

Исходные данные. Из журнала регистрации за период 1982–2011 гг. были выписаны значения параметров. Лето 2010 г. является резонансно аномальным по лесным пожарам, поэтому в данной статье не рас-

сматривается. По наибольшему количеству лесных пожаров выбрали 2002 г. (табл. 1). А по 2010 году нужен отдельный анализ.

Таблица 1
Динамика лесных пожаров НП
«Марий Чодра»

Дата пожара 2002 г.	Время τ_c от солнцестояния 21.03, сутки	Склонение δ оси Земли к Солнцу, °	Число Вольфа V солнечной активности
26.04	36	13.62	101
28.04	38	14.27	71
29.04	39	14.59	87
11.05	51	18.04	138
11.05	51	18.04	138
02.06	73	22.30	129
02.06	73	22.30	129
08.06	79	22.93	127
12.06	83	23.21	75
19.06	90	23.44	79
01.07	102	23.05	58
01.07	102	23.05	58
06.07	107	22.59	75
09.07	110	22.24	64
22.07	123	20.03	91
09.08	141	15.36	73
09.08	141	15.36	73
18.08	150	12.45	179
30.08	162	8.10	97
31.08	163	7.72	106
31.08	163	7.72	106
03.09	166	6.57	147
08.09	171	4.61	124

По датам возникновения каждого события были выписаны параметры время τ_c от зимнего солнцестояния (начиная с 2 марта каждого года), склонение δ оси Земли, число Вольфа V активности Солнца.

Методика анализа. Указанные три фактора взаимно влияют друг на друга. Методика факторного анализа дана в брошюре [3].

В табл. 1 взаимное влияние факторов проявляется в моменты лесных пожаров. Заповедник обеспечивал быстрое тушение, площадь выгорания была мала, а период каждого пожара составлял менее суток.

Склонение земной оси. Значение склонения δ претерпевает сезонные изменения [4]. Земля движется по эллиптической орбите вокруг Солнца (рис. 2), из-за наклона оси вращения угол склонения принимает значения от 23.45° до –23.45°. Он становится равным нулю два раза в год, в дни весеннего и осеннего равноденствия [5]. Каждая

точка на Земле, в том числе и лесная территория национального парка «Марий Чо-дра», совершает суточное движение.

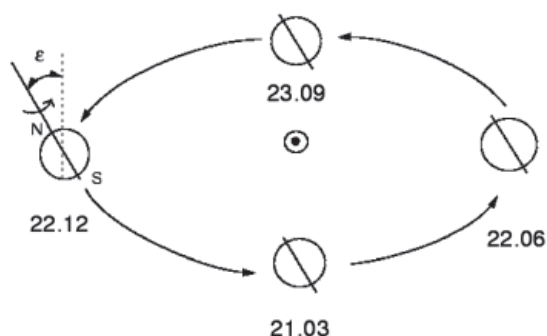


Рис. 2. Обращение Земли вокруг Солнца [5]

Поэтому ровно половину суток парк будет на освещенной части земного шара, а вторую половину – на затененной.

Формула склонения относительно плоскости вокруг Солнца имеет вид

$$\delta = 23,45 \sin(2 \pi \tau_c / 365). \quad (1)$$

Активность Солнца. На сайте [6] имеется массив данных dayssnv0.dat. Из него брали суточные значения числа Вольфа.

Солнечные пятна и группы солнечных пятен (рис. 3) являются наиболее заметными и относительно долгоживущими элементами активных областей на Солнце [7].



Рис. 3. Солнечные пятна [7]

Группа пятен может существовать от нескольких часов до нескольких месяцев. Ее развитие начинается с появления пор, из которых в дальнейшем возникают пятна. За несколько дней возрастают их площадь и магнитное поле. Группа вытянута параллельно экватору или под небольшим углом к нему. Ведущее пятно располагается ближе к экватору. Спустя 2–3 недели группа достигает максимума развития и начинает разрушаться.

Таким образом, солнечное пятно является долговременным фактором, но в статье мы рассматриваем активность пятен только в день возникновения лесного пожара.

Результаты факторного анализа. Они приведены в табл. 2.

Таблица 2

Корреляционная матрица полного факторного анализа и рейтинг факторов 2002 г.

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)			Сумма ΣR	Место параметра
	τ_c	δ	V		
Время τ_c от солнцестояния 21.03, сутки	0,9998	1	0,9633	2,9631	1
Склонение δ оси Земли, град	1	1,0000	0,9402	2,9402	2
Число Вольфа V активности Солнца	0,9155	0,9356	0,9998	2,8509	3
Сумма коэффициентов корреляции ΣR	2,9153	2,9356	2,9033	8,7542	–
Место показателя	2	1	3	–	0,9727

Коэффициент **функциональной связности** (в более широком биотехническом смысле – **коррелятивной вариации**) трех факторов равен $8,7542/3^2 = 0,9727$. Коррелятивная вариация (термин по Ч. Дарвину) очень высокая. Среди влияющих факторов первое место заняло время от зимнего солнцестояния. Второе место – склонение Земли, а на третье – число Вольфа. Среди зависимых факторов первым стало склонение Солнца, вторым – время от 21.03, а третьим активность Солнца. В итоге параметры Земли первичны.

Ранговые распределения. Они позволяют оценить добротность исходных данных по ряду рангового распределения значений каждого из учтенных факторов.

Время τ_c от весеннего солнцестояния до дат лесных пожаров 2002 г., после идентификации устойчивых законов (см. в Интернет «биотехнический закон») от ранга $r = 0, 1, 2, 3, \dots$, изменяется (рис. 4) с очень высоким коэффициентом 0,9998 корреляции:

$$\tau_c = \tau_{c1} + \tau_{c2} + \tau_{c3}; \quad (2)$$

$$\tau_{c1} = 19,30155 \exp(0,76256r^{0,27740});$$

$$\begin{aligned}\tau_{c2} &= A_1 \cos(\pi r / p_1 - 0,04950); \\ A_1 &= 16,65422 \exp(-0,047651 r); \\ p_1 &= -37,50772 + 39,25246 r^{0,015261}; \\ \tau_{c3} &= A_2 \cos\left(\frac{\pi r}{p_2} - 1,04212\right); \\ A_2 &= 0,0095079 r^{9,77038} \exp(-1,77177 r^{0,96961}); \\ p_2 &= 5,39729 - 0,047587 r^{1,59999}.\end{aligned}$$

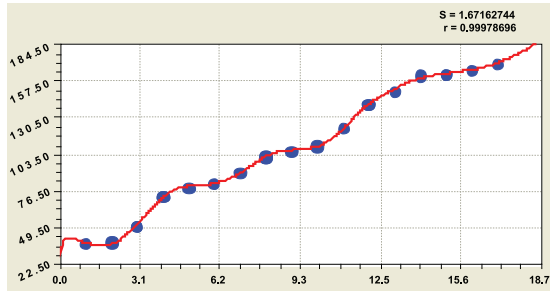


Рис. 4. Ранговое распределение времени возникновения лесных пожаров в 2002 г. на НП «Марий Чодра» с началом отсчета от солнцестояния 21.03.2002

Склонение δ оси Земли к оси Солнцу определилась (рис. 5) так:

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4; \\ \delta_1 &= 22,41214; \\ \delta_2 &= A_1 \cos(\pi r / p_1 - 1,22815); \\ A_1 &= -52,96674 \exp(-0,40294 r^{0,77676}); \\ p_1 &= 32,12450 - 6,26187 r^{0,35531}; \\ \delta_3 &= A_2 \cos(\pi r / p_2 - 4,83100); \\ A_2 &= -56155,175 r^{7,63134} \exp(-13,55848 r^{0,32084}); \\ p_2 &= 0,026777 + 0,49433 r^{0,52711}; \\ \delta_4 &= A_3 \cos(\pi r / p_3 - 4,78321); \\ A_3 &= -0,00062428 r^{7,95239} \exp(-1,05716 r^{1,01865}); \\ p_3 &= 1,19943 - 0,00055978 r^{2,17300}.\end{aligned}$$

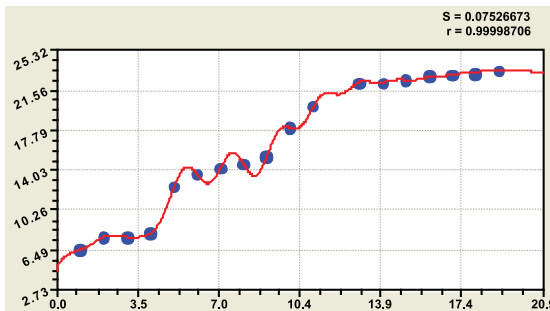


Рис. 5. График рангового распределения склонения оси Земли относительно Солнца по лесным пожарам 2002 г.

Суточное число Вольфа V активности Солнца (рис. 6) изменяется по формуле

$$\begin{aligned}V &= V_1 + V_2 + V_3; \\ V_1 &= 61,61073 \exp(0,044513 r^{1,11328}); \\ V_2 &= A_1 \cos(\pi r / p_1 - 3,26754); \\ A_1 &= 2,27871 \exp(0,00031575 r^{2,14881}); \\ p_1 &= 2,18924 + 0,00020350 r^{2,37430}; \\ V_3 &= A_2 \cos(\pi r / p_2 - 3,25857); \\ A_2 &= -1,04810 \cdot 10^{-5} r^{8,64144} \exp(-0,76737 r^{0,97311}); \\ p_2 &= 1,41399 - 2,46179 \cdot 10^{-5} r^{2,81928}.\end{aligned}$$

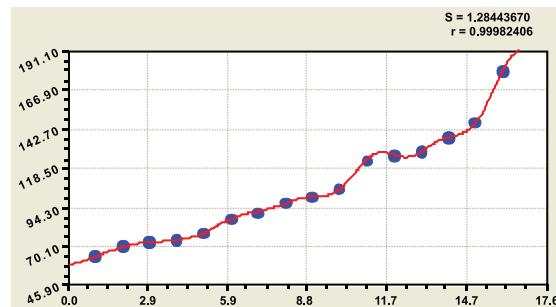


Рис. 6. График рангового распределения числа Вольфа по дням возникновения лесных пожаров в 2002 г.

По данным [8] период вращения ядра Солнца равен 22,14 года, то есть двум циклам солнечной активности примерно в 11,07 лет. При этом солнечные пятна один оборот вокруг ядра Солнца совершают в среднем через 27,5 суток (24,5 суток на экваторе и 31,0 на полюсах нашего светила).

Бинарные отношения факторов. Без учета ранговых распределений получаем корреляционную матрицу (табл. 3) бинарных отношений между факторами.

Отношение $\delta = f(\tau_c)$ дается функцией (1), а обратная формула получает вид

$$\tau_c = (365/(2 \pi)) \arcsin(\delta/23,45), \quad (5)$$

и показывает однозначное отношение $\tau_c = f(\delta)$.

Тогда в табл. 3 остаются четыре биотехнические закономерности. Рассмотрим их по убыванию коэффициента корреляции.

Таблица 3
Матрица бинарных отношений

Влияющие факторы (параметры x)	Показатели y		
	τ_c	δ	V
Время τ_c , сутки		1	0,9633
Склонение δ , град	1		0,9402
Число Вольфа V	0,9155	0,9356	

Динамика чисел Вольфа. На дату возникновения лесных пожаров в 2002 г. на конкретной точке территории Земли солнечная активность изменялась (рис. 7) по модели

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4; \\
 V_1 &= 134,09598 \exp(-7,04039 \cdot 10^{-5} \tau_c^{1,96242}); \\
 V_2 &= 3,89872 \cdot 10^{-40} \tau_c^{22,58581} \exp(-0,11615 \tau_c^{1,00845}); \\
 V_3 &= A_1 \cos(\pi \tau_c / p_1 + 2,00063); \\
 A_1 &= 79,36681 \exp(-4,24799 \cdot 10^{-5} \tau_c^{2,26917}); \\
 p_1 &= 145,11931 - 58,21969 \tau_c^{0,12032}; \\
 V_4 &= A_2 \cos(\pi \tau_c / p_2 + 5,82104); \\
 A_2 &= 6,08631 \cdot 10^{-115} \tau_c^{66,28512} \exp(-0,29166 \tau_c^{1,07859}); \\
 p_2 &= 105,69457 - 0,45550 \tau_c^{1,00536}.
 \end{aligned}$$

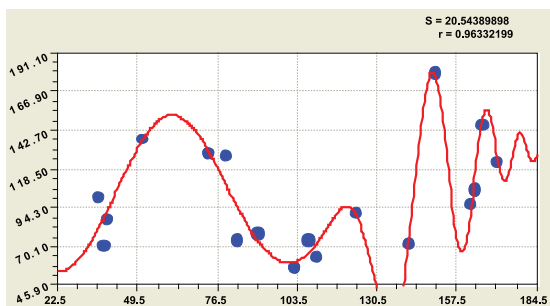


Рис. 7. График динамики числа Вольфа активности Солнца по дням возникновения лесных пожаров в 2002 году на территории НП «Марий Чодра»

По остаткам от модели (6) были получены еще 9 волновых составляющих в виде вейвлет-сигналов. Высокая теснота связи показывает, что активность Солнца по количеству солнечных пятен вероятно определяет череду лесных пожаров в точке суши Земли.

Влияние склонения на числа Вольфа. Измерение солнечных пятен и расчет чисел Вольфа происходит с поверхности Земли.

При этом людям кажется, что Солнце движется вокруг Земли.

Такой же смысл имеет формула (рис. 8) закономерности

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 + V_2 + V_3; \\
 V_1 &= 129,39332 \exp(-0,0016527 \delta^{1,61727}); \\
 V_2 &= A_1 \cos(\pi \delta / p_1 + 1,02437); \\
 A_1 &= 0,14685 \delta^{4,90297} \exp(-0,91166 \delta^{0,77570}); \\
 p_1 &= 3,42842 - 0,00023287 \delta^{2,58164}; \\
 V_3 &= A_2 \cos(\pi \delta / p_2 + 0,016471);
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_2 &= -1,30917 \cdot 10^{-133} \delta^{140,86327} \exp(-3,32686 \delta^{1,17507}); \\
 p_2 &= 0,079955.
 \end{aligned}$$

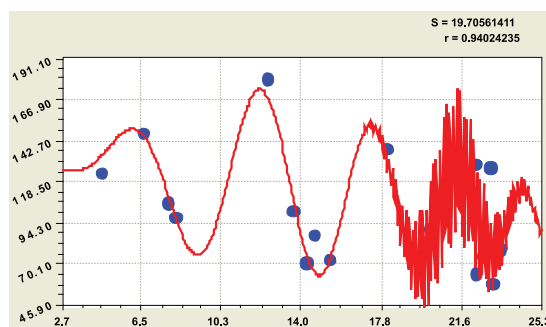


Рис. 8. График влияния склонения на число Вольфа активности Солнца по дням возникновения лесных пожаров в 2002 г. на НП «Марий Чодра»

По мере приближения угла склонения к $23,45^\circ$ наблюдается сильное волнение в измеренных значениях активности Солнца. По остаткам от (7) наблюдается даже тремор.

Число Вольфа на склонение Земли. Размеры Солнца по сравнению с Землей огромны, на колебательное возмущение угла склонения Земли оказывает активность звезды (рис. 9).

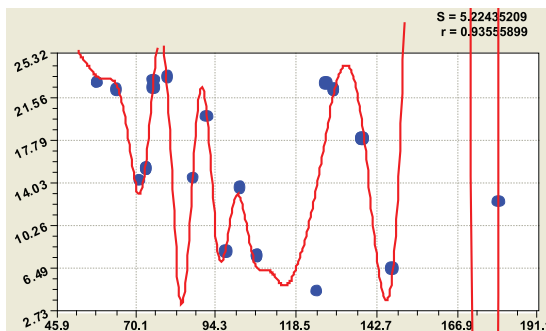


Рис. 9. График влияния числа Вольфа на склонение оси Земли по датам лесных пожаров на НП «Марий Чодра»

Идентификацией устойчивых закономерностей получена формула

$$\begin{aligned}
 \delta &= \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4; \\
 \delta_1 &= 38,47825 \exp(-0,00032382 V^{1,80636}); \\
 \delta_2 &= 2,12685 \cdot 10^{-56} V^{30,17982} \exp(-0,15436 V^{0,96190}); \\
 \delta_3 &= A_1 \cos(\pi V / p_1 + 0,49404); \\
 A_1 &= 0,044240 \exp(0,0011888 V^{1,73200}); \\
 p_1 &= 27,91415 - 0,023886 V^{1,12394}; \\
 \delta_4 &= A_2 \cos(\pi V / p_2 + 2,89501); \\
 A_2 &= -1,63215 \cdot 10^{-86} V^{56,84213} \exp(-0,35674 V^{1,12394}); \\
 p_2 &= 13,20006 - 0,046942 V^{1,00242}.
 \end{aligned}$$

Анализ закономерностей по амплитудно-частотной характеристике не проводим.

Влияние числа Вольфа на сезон лесных пожаров. По сути (рис. 10) модель показывает характер возникновения лесных пожаров в рассматриваемой точке суши земного шара:

$$\begin{aligned}\tau_c &= \tau_{c1} + \tau_{c2} + \tau_{c3} + \tau_{c4}; & (9) \\ \tau_{c1} &= 91,48373 \exp(0,0015382 V); \\ \tau_{c2} &= 1,32416 \cdot 10^{-30} V^{13,93395}; \\ \tau_{c3} &= A_1 \cos(\pi V / p_1 + 1,07996); \\ A_1 &= 1,77220 \cdot 10^{-51} V^{31,79099} \exp(-0,17944 V^{1,07261}); \\ p_1 &= 153,80265 - 0,29598 V^{1,07996}; \\ \tau_{c4} &= A_2 \cos(\pi V / p_2 + 0,53527); \\ A_2 &= 2,89590 \cdot 10^{-83} V^{53,74729} \exp(-0,52709 V); \\ p_2 &= 29,33980 - 0,15486 V^{0,97771}.\end{aligned}$$

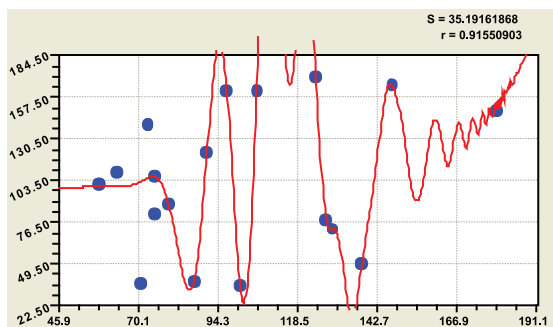


Рис. 10. График влияния числа Вольфа на продолжительность сезона возникновения лесных пожаров по данным 2002 г. на территории НП «Марий Чодра»

Тренд, или первая составляющая (9) по закону экспоненциального роста, показывает, что с увеличением активности Солнца время (период лесных пожаров) от весеннего солнцестояния нарастает.

По остаткам были получены три колебания (по данным в начале графика на рис. 10), поэтому ось абсцисс по значениям числа Вольфа можно условно разделить на три части:

а) в интервале чисел Вольфа солнечной активности $V < 80$ наблюдаются относительно меньшие возмущения по времени возникновения лесных пожаров;

б) наиболее опасен интервал числа Вольфа $80 \leq V \leq 170$, но размах колебания во многом зависит от поведения людей;

в) при условии $V > 170$ колебания времени возникновения лесных пожаров затухают по амплитуде, но при этом сезон лесных пожаров значительно возрастает на срок более 180 суток и даже переходит в отрицательное склонение оси Земли к Солнцу после даты 21.09.

Выводы

Леса являются ядром биосферы Земли и поэтому в них пожары возникали давно, сотни миллионов лет назад. Поэтому леса за сотни миллионов лет эволюции адаптировались к медленно изменяющимся климатическим условиям, во многом зависящим от активности пятен на Солнца или от чисел Вольфа.

Все виды лесных деревьев живут по годичным циклам вращения Земли вокруг звезды. Их вегетационный период на северном полушарии Земли начинается после весеннего солнцестояния, то есть после 21 марта. С этого момента нарастает положительный угол склонения оси Земли относительно плоскости вращения Солнца и планет вокруг него. При этом начинает возрастать температура нагрева у лесных горючих материалов, а равновесная с воздушной средой влажность их снижается.

Диссонанс между температурой и влажностью из года в год нарастает из-за оголения лесных территорий рубками деревьев, а также долго заживающими крупными по площади ранами от прошлых лесных пожаров и рубки лесных деревьев. Лесные массивы ныне перестают формировать под собой менее пожароопасный микроклимат, тем самым перестают функционировать как климатический демпфер и даже не защищают себя.

Приведенные высокоадекватные биотехнические закономерности, с составляющими колебательного возмущения бинарных отношений между тремя факторами (время τ_c от зимнего солнцестояния с 21 марта каждого года, склонение δ оси Земли, число Вольфа V активности Солнца), позволяют выделить естественное влияние склонения и солнечной активности на динамику распределения лесных пожаров. После этого появляется возможность рассмотрения и статистического моделирования антропогенного влияния на динамику нарастания численности и общей площади лесных пожаров.

Список литературы

1. РИА Новости. — М., 2011.
2. Комарова Е.А. Динамика лесных пожаров на территории ФГУ «Национальный парк «Марий Чодра» // Охрана и защита, обустройство, индикация и тестирование природной среды: сб. статей / под ред проф. П.М. Мазуркина. — М.: Академия Естествознания, 2010. — С. 117–119.
3. Мазуркин П.М., Евдокимова О.Ю. Факторный анализ загрязнения речной воды. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. — 56 с.
4. URL: <http://pvcdrom.pveducation.org/RU/SUNLIGHT/DECLIN.HTM> (Дата обращения 24.04.2012).
5. Движение Земли вокруг Солнца. — URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1175352/node7.html> (Дата обращения 24.04.2012).
6. URL: <http://www.swpc.noaa.gov/contacts.html> (Дата обращения 24.04.2012).
7. Солнечные пятна, числа Вольфа. — URL: <http://www.kosmofizika.ru/> (Дата обращения 24.04.2012).
8. Кучмуратов М. Скорость вращения звезды Солнце вокруг своей оси 22,14 года. — URL: <http://sun22y.narod.ru/> (Дата обращения 24.04.2012).