

нугам, а площадь замерять вместо га в ар и т.д.) и других параметров лесных пожаров. Кроме этого, в будущем такой физико-математический анализ позволит выявлять также и закономерности популяционного поведения лесных деревьев на сильно пораженных пожарами лесных кварталах.

Литература

1. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по численности пожаров и расстоянию от транспортной магистрали // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 3(15), 2015. С. 36-47. 36-47.pdf. Doi 10.18411/d-2016-105.
2. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по численности пожаров и расстоянию от места дислокации пожарной службы // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 4(17), 2015. С. 10-21. 10-21.pdf. Doi 10.18411/d-2016-102.
3. Мазуркин П.М. Анализ лесных пожаров по многолетним статистическим данным // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 3(12), 2014. С. 13-22. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22032012>. Doi 10.18411/d-2016-103.
4. Мазуркин П.М. Анализ многолетних лесных пожаров по функциональным зонам и лесничествам // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 4(13), 2014. С. 42-49. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23056906>. Doi 10.18411/d-2016-108.
5. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по частоте пожаров // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 1(14), 2015. С. 40-46.
6. Мазуркин П.М. Экономико-статистическое моделирование: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 276 с. ISBN 978-5-8158-1677-0
7. Мазуркин П.М., Блинова К.С. Активность Солнца и годичная динамика лесных пожаров на особо охраняемой территории // *Успехи современного естествознания*. 2013. № 1. С.102-107.
8. Мазуркин П.М., Блинова К.С., Хазиев А.В. Асимметричные вейвлет-сигналы многолетней динамики численности лесных пожаров РМЭ // *Вестник Казанского технол. ун-та*. 2013. Т. 16. № 15. С.148-151.
9. Мазуркин П.М. Каткова Т.Е. Моделирование многолетней динамики изменения площади лесных пожаров // *Вестник Воронежского института ГПС МЧС России*. 2013. №1 (6). С.31-37.
10. Мазуркин П.М. Каткова Т.Е. Анализ многолетней динамики удельной площади лесных пожаров // *Вестник Воронежского института ГПС МЧС России*. 2013. №2 (7). С.37-43.
11. Мазуркин П.М., Каткова Т.Е. Вейвлет-анализ многолетней динамики локальной численности лесных пожаров // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10164> (дата обращения: 26.09.2013).
12. Мазуркин П.М., Скорикова Л.А. Динамика температуры горения древесных опилок при испытании сжиганием // *Вестник КНИТУ*. 2011. № 7. С.58-61.

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ЛЕСНЫХ КВАРТАЛАХ ПО ЛЕСНИЧЕСТВАМ

Мазуркин Петр Матвеевич

Докт. техн. наук, проф., Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия, kaf_po@mail.ru

THE ANALYSIS OF FOREST FIRES ON FOREST QUARTERS ON FORESTRY

Mazurkin Peter Matveevich

Doc. tech. Sciences, Prof., Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia, kaf_po@mail.ru

Аннотация

За множество точек мониторинга принимают лесные кварталы, находящиеся на территории одного лесничества, за многолетний период подверженные хотя бы одному лесному пожару. Пораженные кварталы принимают за объекты анализа. Измеряют расстояния по лесным дорогам от населенного пункта лесничества до центров пораженных пожарами кварталов, а из книги учета выписывают период и площадь каждого лесного пожара. Приведены тренды и волновые закономерности влияния этого расстояния на период и площадь лесных пожаров. Показаны закономерности их взаимного влияния, а также рейтинги сумм пораженных пожарами лесных кварталов и сумм коэффициентов корреляции. По рейтингам оценивают качество противопожарной работы лесничества за многолетний период. А по рейтингу видов факторных связей судят о качестве измерений и записи в книге учета лесных пожаров значений периода и площади лесных пожаров.

Abstract

For a set of points of monitoring take forest the quarter, being in the territory of one forestry, for the long-term period subject at least to one forest fire. Struck quarter take for objects of the analysis. Measure distances on forest roads from the forestry settlement to the centers of the quarters struck with fires, and from the book of the account write out the period and the area of each forest fire. Trends and wave regularities of influence of this distance for the period and the area of forest fires are given. Regularities of their mutual influence, and also ratings of the sums of the forest quarters struck with fires and the sums of coefficients of correlation are shown. On ratings estimate quality of fire-prevention

work of a forestry for the long-term period. And on a rating of types of factorial communications judge quality of measurements and entry in the book of the accounting of forest fires of values of the period and the area of forest fires.

Ключевые слова: лесничество, пожары, период и площадь, пораженные кварталы, расстояния, закономерности, рейтинги, качество работы и учета

Keywords: forestry, fires, the period and the area, struck quarter, distance, regularities, ratings, quality of work and the account

1. Введение

В одном лесничестве, являющейся основной организационной единицей управления лесами, на его территории выделяется подмножество пораженных лесными пожарами лесных кварталов, подверженных за много лет хотя бы одному лесному пожару. Это подмножество физически измененных лесными пожарами лесных кварталов становится новым объектом измерений и дальнейшего физико-математического анализа по параметрам прошлых лесных пожаров (периоду и площади лесного пожара), выписанных из книги учета лесных пожаров лесничества.

Каждое лесничество, как правило, имеет пожарную службу. На карте (или же фактическим измерением на пожарной автомашине) можно измерить расстояние до центров тех лесных кварталов, на которых за многолетний период произошло хотя бы по одному лесному пожару.

Для развития дорожной сети лесничества и оперативности тушения (снижения периода лесного пожара) выявляются закономерности влияния расстояния от населенного пункта лесничества до центра пораженного хотя бы одним лесным пожаром лесного квартала на изменение, за многолетний период наблюдений и регистрации данных о лесных пожарах на территории одного лесничества, периода и площади лесных пожаров.

Положительный эффект достигается тем, что за многолетний период в лесничестве проявляются четкие закономерности влияния расстояния от населенного пункта до центров лесных кварталов, пораженных лесными пожарами, на параметры (период и площадь) лесных пожаров. Сравнение по этим закономерностям лесничеств лесного предприятия показывает недостатки дорожной сети лесничеств и дает возможность улучшения противопожарных мер.

За многолетний период в лесничестве проявляются закономерности [1-5] взаимного влияния периода (период пожара, равный разнице между временем обнаружения и окончания тушения лесного пожара) и площади пройденного пожаром земельного участка на лесном квартале.

Эти закономерности указывают о качестве функционирования пожарных: чем меньше период и площадь лесного пожара, тем оперативно работали люди, тушившие лесной пожар. Поэтому, при своевременном итеративном физико-математическом анализе и быстром выявлении закономерностей с учетом только что происшедшего лесного пожара, возможно применение результатов физико-математического анализа для стимулирования пожарных. Но для этого нужна система статистического моделирования, повторно выявляющая закономерности после каждого происшедшего вновь лесного пожара. Информационные технологии [6-12], при их отладке в лесничествах,

позволяют на другой день давать результаты моделирования.

Новизна заключается в том, что впервые два параметра лесного пожара (период и площадь) учитываются совместно с расстоянием от населенного пункта (места дислокации пожарной части) до центров пораженного лесными пожарами лесных кварталов одного лесничества.

2. Регистрация пожаров

Книга учета лесных пожаров ФГБУ «Национальный парк «Марий Чодра» представляет журнал, в котором составитель акта о пожаре в лесничестве, где произошло возгорание, записывает известные ему данные о возгорании. Регистрация лесных пожаров была начата в 1982 году. Однако в начале многолетнего периода регистрации лесных пожаров основные параметры лесных пожаров в журнале не отмечались.

Используя карту-схему Национального парка «Марий Чодра» (рис. 1) были определены расстояния L (расстояние от лесничества до центра пораженного хотя бы одним лесным пожаром квартала по дороге).

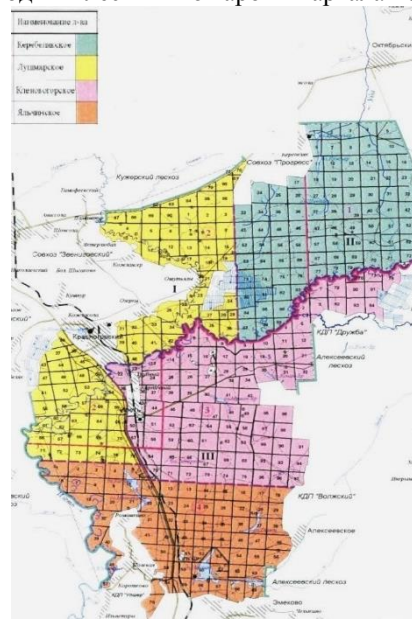


Рисунок 1. Карта-схема территории национального парка «Марий Чодра» с разделением на лесничества и лесные кварталы

После исключения строк с отсутствующими данными второй этап начинается с 1991 и нами были обработаны данные за многолетний период 1991 -2011 гг. Размерность площади изменили с га на ар (0,01 га или 100 м²), чтобы было удобно программной среде CurveExpert-1.40.

Каждый лесной пожар рассматривается как физическое явление среди множества лесных пожаров за многолетний период. Лесной пожар уникален и со

своими параметрами в пространстве и времени функционирования леса. Однако в данной статье внимание уделено функционированию персонала лесничества, живущего в населенном пункте на территории лесничества. При этом пожарная служба необязательно может находиться в самом лесничестве, но пожарный мониторинг лесов выполняется самими работниками лесничества, которые и вызывают пожарные бригады.

Территория национального парка «Марий Чодра» разделяется на следующие функциональные зоны: Ф31- зона заповедного режима 7590 га; Ф32 - зона особо охраняемая 4772 га; Ф33 - зона экстенсивного рекреационного использования 11248 га; Ф34 - зона интенсивного рекреационного использования 12039 га; Ф35 - зона хозяйственного назначения 1226 га.

Территория национального парка «Марий Чодра» разделяется на четыре лесничества (рис. 1).

Поэтому исходные данные для статистического моделирования идентификацией устойчивых трендов и волновых закономерностей приведены по каждому из четырех лесничеств, а затем выполнено их сравнение по параметрам лесных пожаров.

3. Керобелякское лесничество

Данные приведены в таблице 1. Здесь произошло всего 6 пожаров, из которых 5 имеют значения параметров. При этом 80% из 5 лесных пожаров произошли в заповедной зоне и только один пожар в зоне экстенсивного рекреационного использования. Поэтому это лесничество требует особого внимания из-за того, что хозяйственная деятельность здесь запрещена и поэтому закономерности должны проявляться гораздо четче, чем в других лесничествах. Малое количество данных (всего 5) является недостатком.

Таблица 1

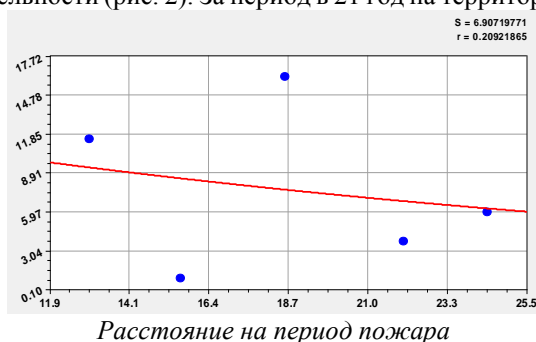
Параметры лесных пожаров за 1991-2011 гг. в Керобелякском лесничестве

Дата регистрации лесного пожара	Лесной квартал	Функциональная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L , км	Период пожара T , ч	Площадь лесного пожара S , ар
23.07.1992	60	Ф31	22.0	3.8	2.00
06.07.1993	55	Ф33	15.6	1.0	0.50
24.07.2001	62	Ф31	24.4	6.0	20.00
09.07.2002	66	Ф31	13.0	11.5	5.00
28.07.2003	47	Ф31	18.6	16.2	1.00

Из этих исходных данных возможно вывести закономерности в виде структурных формул: 1) $T = f(L)$; 2) $S = f(L)$; 3) $S = f(T)$; 4) $T = f(S)$.

Рассмотрим каждую статистическую модель в отдельности (рис. 2). За период в 21 год на территории

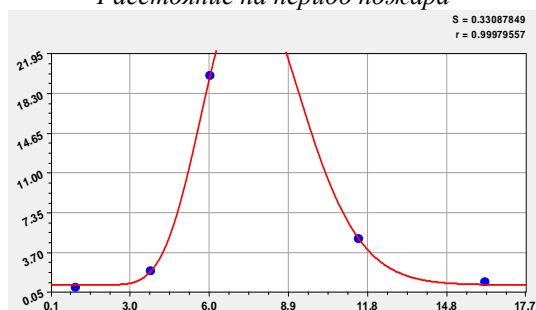
этого лесничества произошло всего пять учтенных в таблице 1 лесных пожаров. Из-за малого количества исходных данных можно идентифицировать только детерминированные модели в виде тренда с одним или двумя членами.



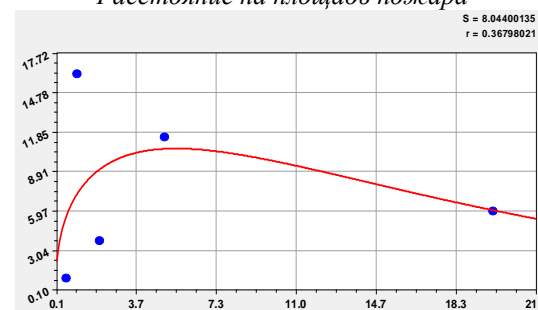
Расстояние на период пожара



Расстояние на площадь пожара



Период пожара на площадь пожара



Площадь пожара на период пожара

Рисунок 2. Графики влияния параметров лесных пожаров в Керобелякском лесничестве

Расстояние на период пожара определяется законом экспоненциальной гибели (закон Лапласа в математике, закон Мандельброта в физике, закон Ципфа

в биологии и закон Парето в экономике) в виде формулы

$$T = 14,72571 \exp(-0,035170L) \tag{1}$$

На месте населенного пункта лесничества продолжительность лесного пожара составляет 14,73 часа, а с увеличением расстояния до центра лесного квартала период пожара ненамного уменьшается. Но, как видно из верхнего левого графика на рис. 2, наблюдается сильное волновое возмущение, которое можно идентифицировать при численности пожаров более 10.

Расстояние на площадь пожара влияет более сложно по двум составляющим в виде разности двух законов (экспоненциального роста и показательного роста) по формуле

$$S = 0,94996 \exp(0,21845L) - 0,00022550L^{4,24759}. \quad (2)$$

Первый член показывает естественное увеличение площади пожара с ростом расстояния до центра лесного квартала из-за запаздывания пожарных для тушения.

Вторая составляющая показывает стремление пожарных уменьшить площадь пожара с ростом расстояния до центра лесного квартала. В итоге происходит борьба двух тенденций и, как показывает второй график на рисунке 2, после 22 км площадь лесного пожара резко нарастет.

Таким образом, максимально допустимое расстояние до места загорания не должно превышать 22 км.

Период пожара на площадь пожара влияет по биотехническому закону в виде выражения

$$S = 0,72899 + 1,17338 \cdot 10^{-6} T^{16,87277} \exp(-2,26963T). \quad (3)$$

Здесь получилось, что на расстоянии 8-9 км наблюдается максимальная площадь пожара.

Площадь пожара на период пожара, как обратная функция, также изменяется по биотехническому закону

$$T = 7,89377S^{0,42121} \exp(-0,076555S). \quad (4)$$

При этом до 6 ар на графике видно сильное колебательное возмущение периода лесного пожара. Малое количество пожаров не дает сделать добротные выводы о характере влияния переменных.

4. Кленовогорское лесничество

Данные приведены в таблице 2. Все 43 лесных пожара произошли в функциональных зонах Ф33 - Ф35.

Таблица 2.

Параметры лесных пожаров за 1991-2011 гг. в Кленовогорском лесничестве

Лесной квартал	Функциональная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L, км	Период пожара T, ч	Площадь лесного пожара s, ар	Лесной квартал	Функциональная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L, км	Период пожара T, ч	Площадь лесного пожара s, ар
23	Ф34	4.4	0.5	1.00	16	Ф34	8.6	3.5	0.10
46	Ф33	10.2	2.2	1.00	39	Ф34	9.0	0.7	0.50
63	Ф33	15.0	10.0	3.00	16	Ф34	8.6	1.7	0.50
6	Ф34	7.2	1.7	30.00	70	Ф34	13.2	3.0	1.00
52	Ф33	10.0	3.7	2.00	50	Ф35	8.6	5.3	1.00
66	Ф33	13.4	9.0	0.50	70	Ф34	13.2	8.0	1.00
22	Ф35	4.5	1.0	2.00	72	Ф33	14.4	20.0	40.00
33	Ф34	11.0	0.8	1.00	72	Ф33	14.4	10.0	1.00
22	Ф35	4.6	1.7	1.00	45	Ф33	9.0	4.3	1.00
24	Ф34	6.0	1.0	1.00	51	Ф33	9.4	1.0	0.50
25	Ф34	7.0	4.0	50.00	70	Ф34	13.2	10.0	5.00
58	Ф33	10.4	0.5	1.00	61	Ф33	13.0	6.5	2.50
58	Ф33	10.4	0.5	0.10	49	Ф34	13.4	24.3	5.00
50	Ф35	8.6	1.7	0.50	44	Ф34	8.2	3.0	0.50
39	Ф34	9.0	1.0	1.00	50	Ф35	8.6	2.0	10.00
58	Ф33	10.4	6.0	0.10	25	Ф34	7.0	4.7	1.00
22	Ф35	4.6	1.5	1.00	44	Ф34	8.2	4.0	0.50
60	Ф33	12.0	18.0	300.00	52	Ф33	10.0	0.0	1.00
58	Ф33	10.4	0.5	0.50	45	Ф33	9.0	0.0	20.00
57	Ф35	10.0	2.5	2.00	70	Ф34	13.2	3.3	1.50
25	Ф34	7.0	6.0	1.00	22	Ф35	4.6	0.833	0.75
50	Ф35	8.6	1.7	1.00					

При этом в среднем на территории лесничества произошли $43 / 21 = 2.05$ пожара в год. Далее рассмотрим статистические модели (рис. 3).

Расстояние на период пожара повлияло по сложной трехчленной формуле

$$T = T_1 + T_2 + T_3, \quad (5)$$

$$T_1 = 0,010136L^{2,66489}, T_2 = A_1 \cos(\pi L / p_1 + 0,46872)$$

$$A_1 = -3,06377 \cdot 10^{-38} L^{55,48352} \exp(-3,26048L^{1,09277}),$$

$$p_1 = 14,87931 - 0,86338L^{1,01231},$$

$$T_3 = A_2 \cos(\pi L / p_2 + 1,82759),$$

$$A_2 = 1,95808 \cdot 10^{-12} L^{25,25852} \exp(-3,06636L),$$

$$p_2 = 9,24984 - 0,55980L^{1,01451}.$$

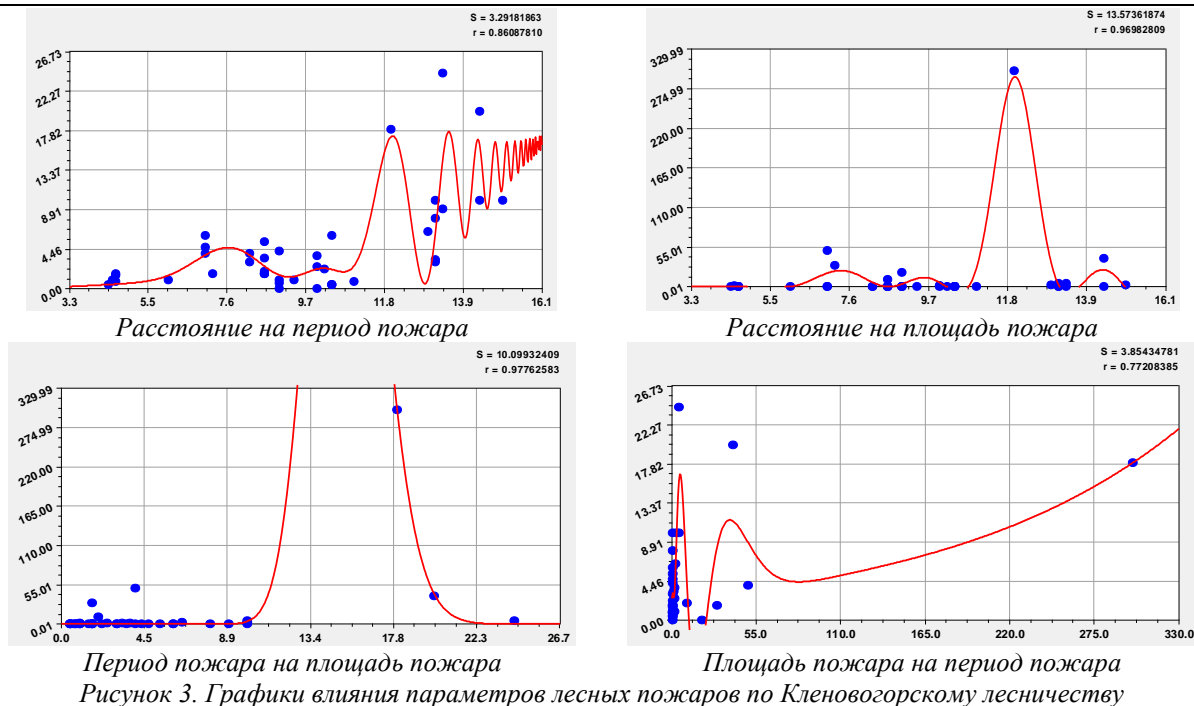


Рисунок 3. Графики влияния параметров лесных пожаров по Кленовогорскому лесничеству

С увеличением расстояния период пожара изменяется по показательному закону (первая составляющая формулы) с сильным волновым возмущением на участке пути 10-16 км.

Здесь вклинились на территорию между лесными кварталами поля и поэтому сельхозугодия колебательно возмущают возникновение и продолжительность лесных пожаров.

С ростом расстояния полупериоды двух волн изменения волнового периода лесного пожара убывают, а значит, лесные пожары учащаются. Половины двух амплитуд изменяются по закону стрессового возбуждения (биотехническому закону [1-12]).

Расстояние на площадь пожара влияет по трехчленной формуле

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \tag{6}$$

$$S_1 = 2,77977 \cdot 10^{-142} L^{152,0596} \exp(-0,013754L^{3,26842}),$$

$$S_2 = A_1 \cos(\pi L / p_1 + 0,35498),$$

$$A_1 = -7305,7110L^{17,21441} \exp(-21,44886L^{0,32947}),$$

$$p_1 = 19,49443 - 19,33866L^{0,014788},$$

$$S_3 = A_2 \cos(\pi L / p_2 - 4,22921),$$

$$A_2 = -1,42335 \cdot 10^{-22} L^{49,04109} \exp(-5,93268L^{1,01145}),$$

$$p_2 = 0,22970 + 0,084605L^{1,02012}.$$

На расстоянии 12 км имеется местность, на которой площадь горения лесных участков на кварталах очень высокая.

Период пожара на площадь пожара на участке 10-21 км очень высока и определяется биотехническим законом

$$S = 4,40353 \cdot 10^{-52} T^{72,61317} \exp(-4,66018T^{1,00832}). \tag{7}$$

Получается, что на опасном участке пути около 13-18 км располагаются быстро разгорающиеся лесные горючие материалы. Поэтому именно здесь нужно менять состав пород на кварталах.

Площадь пожара на период пожара, как обратная функция, закономерность по формуле

$$T = T_1 + T_2 + T_3, \tag{8}$$

$$T_1 = 2,54319 \exp(0,0065167S),$$

$$T_2 = 1,16300S^{1,69848} \exp(-0,19015S),$$

$$T_3 = A \cos(\pi S / p - 1,64346),$$

$$A = 1,11520S^{1,42862} \exp(-0,080841S),$$

$$p = 0,36949 + 0,39558S^{0,83983}.$$

Период лесного пожара нарастет по закону экспоненциального роста. Но при этом малые площади леса дают очень сильные колебания по периоду пожара. Это, конечно же, связано с горючестью тех или иных участков лесных кварталов. Косвенно именно этот параметр лесного пожара становится очень информативным, и анализ его изменения приведет к принципиально новым способам управления горючестью лесных кварталов.

5. Лужмарское лесничество

Данные приведены в таблице 3. За 21 год произошло 44 лесных пожара или в среднем 2,10 лесных пожара в год.

Далее рассмотрим каждую статистическую модель в отдельности (рис. 4).

Расстояние на период пожара влияет после 13 км с резко нарастающим колебанием по формуле

$$T = 2,09329L^{0,75030} + A \cos(\pi L / p + 1,34022), \tag{9}$$

$$A = 0,662869L^{1,11997},$$

$$p = 160,91994 - 123,57617L^{0,067230}.$$

Основная часть лесных пожаров произошла на расстоянии до 10 км. Это - влияние сильной разреженности лесного массива этого лесничества, сплошь и рядом лесные участки располагаются вокруг полей (пашни). Таким образом, лесной ландшафт лесничества очень разрознен и разбросан.

Параметры лесных пожаров за 1991-2011 гг. в Лужмарском лесничестве

Лес-ной квар-тал	Функ-ци-ональ-ная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L , км	Период пожара T , ч	Площадь лесного пожара S , ар	Лес-ной квар-тал	Функ-ци-ональ-ная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L , км	Пе-риод по-жара T , ч	Площадь лесного пожара S , ар
29	Ф32	10.4	4.0	1.00	76	Ф33	11.4	0.5	1.00
60	Ф34	8.2	1.5	2.00	50	Ф34	3.8	2.0	0.50
73	Ф32	10.8	10.0	2.00	76	Ф33	11.4	3.0	6.00
32	Ф34	3.2	4.7	3.00	69	Ф33	9.4	2.0	0.50
32	Ф34	3.2	6.5	2.00	50	Ф34	3.8	0.8	0.50
1	Ф33	12.4	7.0	10.00	43	Ф33	4.6	1.0	0.10
74	Ф33	10.8	4.7	2.00	55	Ф33	7.4	1.0	0.50
74	Ф33	10.8	3.8	1.00	62	Ф34	8.6	2.5	0.60
59	Ф35	22.0	1.7	1.00	56	Ф33	7.0	7.3	1.00
29	Ф32	10.4	13.7	1.00	54	Ф34	5.6	5.3	3.00
59	Ф35	7.0	2.0	3.00	54	Ф34	5.6	6.0	0.50
26	Ф34	6.0	4.0	1.00	47	Ф33	5.4	13.8	0.50
17	Ф34	9.4	3.8	2.00	61	Ф34	9.0	4.7	3.00
58	Ф35	6.6	0.5	0.50	66	Ф32	10.0	1.7	0.50
39	Ф34	2.6	0.7	1.00	37	Ф33	3.2	4.0	2.00
43	Ф33	4.6	14.0	1.00	64	Ф35	8.0	3.7	0.50
31	Ф34	2.2	0.7	0.50	57	Ф34	6.4	4.5	1.00
56	Ф33	7.0	4.0	1.00	58	Ф35	6.6	4.0	1.00
69	Ф33	25.4	46.0	10.00	34	Ф34	6.0	2.5	3.00
71	Ф32	11.2	1.5	10.00	56	Ф33	7.0	5.0	1.00
54	Ф34	5.6	10.7	1.00	37	Ф33	3.2	10.9	0.10
66	Ф32	10.0	1.2	0.50	27	Ф32	8.6	6.0	0.10

Расстояние на площадь пожара повлияло по формуле

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \quad (10)$$

$$S_1 = 1,55863 \exp(-0,058173L),$$

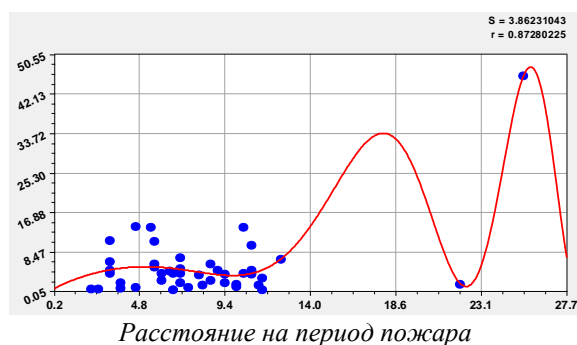
$$S_2 = 0,0034193L^{22,41467} \exp(-36,82792L^{0,17354}),$$

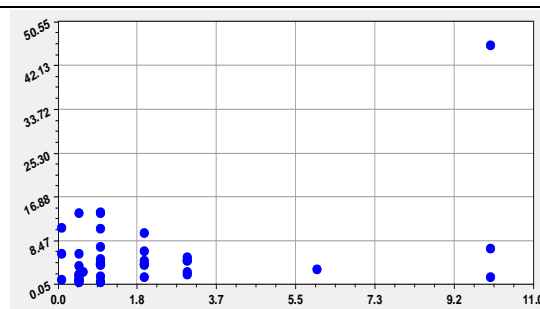
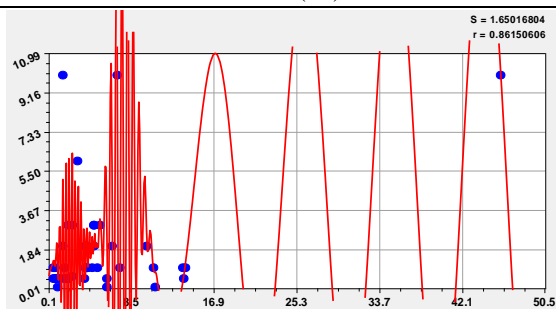
$$S_3 = A \cos(\pi L / p + 1,07681),$$

$$A = -1,92973L^{120,11043} \exp(-1,87693L^{1,36863}),$$

$$p = 1,52740 - 0,014333L^{1,21697}.$$

После 10 км расстояния от населенного пункта волна показывает хаотическое изменение площади пожара. Это сильно осложняет прогнозирование будущих пожаров. Однако на участке 0 -10 км наблюдается спад площади лесных пожаров от первой составляющей - закону экспоненциальной гибели. Очевидно, что лесоводам нужно обращать внимание на длину лесных дорог при более 10 км, причем особое внимание нужно уделить мерам по снижению горючести лесных кварталов.





Период пожара на площадь пожара

Площадь пожара на период пожара

Рисунок 4. Графики влияния параметров лесных пожаров по Лужмарскому лесничеству

Период пожара на площадь пожара влияет по четырехчленной формуле с трендом по показательному закону и тремя волновыми возмущениями

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4, \quad (11)$$

$$S_1 = 1,55771T^{0,30937}, \quad S_2 = A_1 \cos(\pi T / p_1 + 1,04148),$$

$$A_1 = 1,03097 \cdot 10^8 T^{6,86355} \exp(-22,67453T^{0,16224}),$$

$$p_1 = 4,58159, \quad S_3 = A_2 \cos(\pi T / p_2 - 1,53331),$$

$$A_2 = -5,63371 \cdot 10^{-21} T^{48,08389} \exp(-6,21158T^{1,01191}),$$

$$p_2 = 0,26441 + 0,00023977T^{1,70166},$$

$$S_4 = A_3 \cos(\pi T / p_3 + 2,76190),$$

$$A_3 = 23,51154T^{6,02966} \exp(-2,87360T),$$

$$p_3 = 0,16077 - 0,00010742T^{2,94724}.$$

Это - наиболее сложная по конструкции статистическая модель.

Все лесные пожары делятся на три группы по периодичности: 1) период с 0,2 до 6 часов; 2) период с 6 до 12 часов; 3) период более 12 часов.

Эти три волновых функций колебательного возмущения лесных пожаров показывают, что они ведут себя также как некие популяции, приурочившиеся к поведению лесных пожарных. Первая составляющая (тренд) подчиняется закону показательного роста. Поэтому при нулевом периоде площадь лесного пожара также равна нулю. Формула (11) показывает сложную связь между продолжительностью и площадью лесного пожара.

Площадь пожара на период пожара, как обратная функция, для этого лесничества не получила закономерности. Исходные данные не поддаются моделированию из-за того, что есть три anomalously расположенных точек.

6. Яльчинское лесничество

Данные приведены в таблице 4. Всего за 21 год произошло 59 пожаров (их больше, но про некоторые из них нет данных). Далее рассмотрим каждую статистическую модель (рис. 5) отдельно.

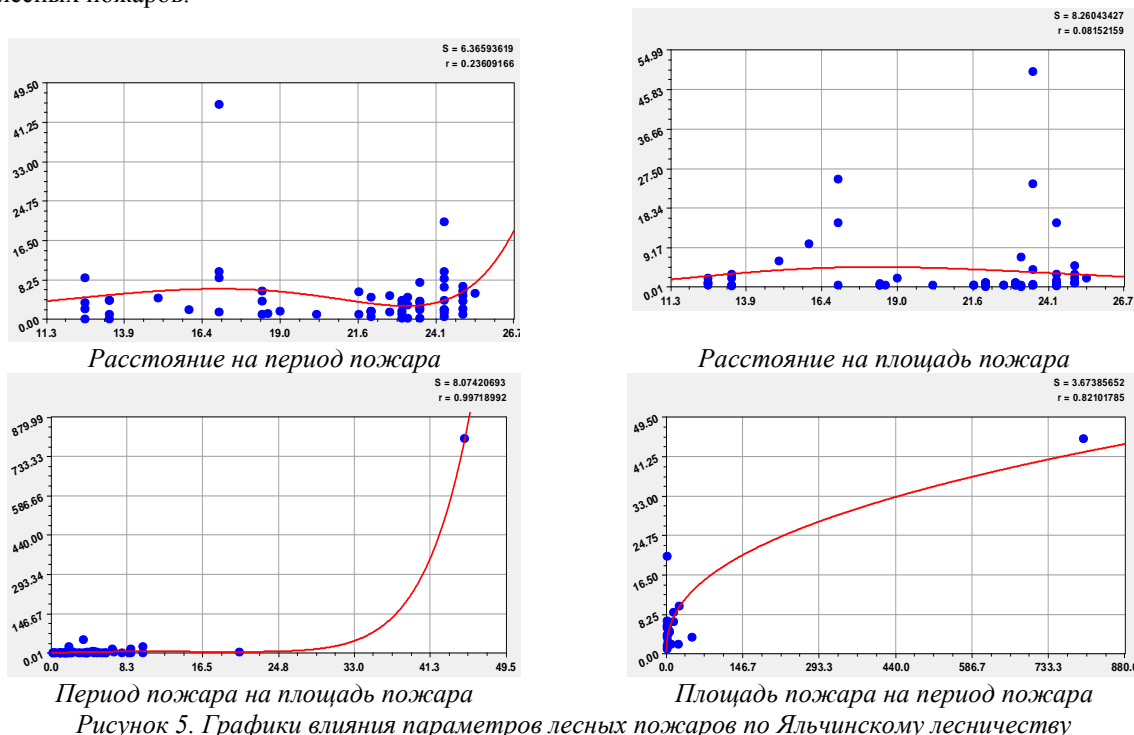
Таблица 4.

Параметры лесных пожаров за 1991-2011 гг. в Яльчинском лесничестве

Лесной квартал	Функциональная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L, км	Период пожара T, ч	Площадь лесного пожара S, ар	Лесной квартал	Функциональная зона	Расстояние до центра квартала по дороге L, км	Период пожара T, ч	Площадь лесного пожара S, ар
68	Ф34	25.0	6.9	3.00	7	Ф32	13.4	4.0	0.50
59	Ф35	22.0	1.7	1.00	7	Ф32	13.4	0.0	0.20
8	Ф34	13.4	4.0	3.00	5	Ф34	12.6	8.7	1.00
59	Ф35	22.0	1.7	1.00	64	Ф34	23.0	1.7	0.50
49	Ф34	20.2	1.0	0.50	58	Ф34	21.6	5.7	0.50
39	Ф34	16.0	2.0	10.00	66	Ф35	23.6	2.5	4.00
65	Ф35	23.2	0.2	0.50	59	Ф35	22.0	4.7	0.10
67	Ф34	24.4	6.7	15.00	68	Ф34	25.0	6.0	2.00
41	Ф34	18.4	1.0	0.50	62	Ф34	23.6	7.7	0.60
60	Ф35	22.6	1.5	0.50	65	Ф35	23.2	3.0	0.10
5	Ф34	12.6	3.5	2.00	40	Ф34	18.6	1.3	0.50
68	Ф34	25.0	2.2	1.00	68	Ф34	25.0	3.8	1.00
68	Ф34	25.0	5.0	5.00	41	Ф34	18.4	3.8	0.90
66	Ф35	23.6	0.3	0.50	31	Ф34	17.0	8.7	15.00
66	Ф35	23.6	3.8	0.50	31	Ф34	17.0	10.0	25.00
63	Ф34	24.4	4.0	1.00	58	Ф34	21.6	1.0	0.50
41	Ф34	18.4	6.0	0.50	5	Ф34	12.6	0.0	0.50
61	Ф34	23.0	4.0	1.00	69	Ф34	25.4	5.5	2.00
42	Ф35	19.0	1.7	2.00	5	Ф34	12.6	2.2	1.00
64	Ф34	23.0	0.3	1.00	60	Ф35	22.6	5.0	0.50
31	Ф34	17.0	1.5	0.50	66	Ф35	23.6	3.5	50.00
68	Ф34	25.0	1.0	1.00	65	Ф35	23.2	4.7	7.00
62	Ф34	23.6	2.0	24.00	70	Ф33	24.4	20.5	3.00
59	Ф35	22.0	0.5	0.50	70	Ф33	24.4	8.5	1.50
67	Ф34	24.4	2.0	0.50	70	Ф33	24.4	10.0	0.24

70	Ф33	24.4	2.0	0.50	19	Ф34	15.0	4.5	6.00
8	Ф34	13.4	1.0	2.00	67	Ф34	24.4	0.58	1.00
31	Ф34	17.0	45.0	800.00	63	Ф34	24.4	1.417	0.50
64	Ф34	23.0	3.2	1.00	59	Ф35	22.0	1.5	1.00
64	Ф34	23.0	1.0	0.50					

Сразу же заметно (рис. 5), что по мере увеличения антропогенной нагрузки на леса возрастает и количество лесных пожаров.



Расстояние на период пожара изменяется по формуле двухчленного тренда

$$T = 0,26560 \exp(0,26144L) - 3,80649 \cdot 10^{-7} L^{6,20075} \quad (12)$$

Есть много пар аномальных точек при 17 и т.д. Иначе говоря, для рекреационных и хозяйственных лесных территорий нужно значительно повысить точность измерений всех трех параметров лесных пожаров: расстояния до центров лесных кварталов, период и площадь лесных пожаров с указанием его местоположения на лесном квартале. А для этого нужны карты М 1:2000. Иначе очень много появляется точек с одинаковыми абсциссами и ординатами по параметрам лесных пожаров.

Расстояние на площадь пожара влияет по формуле биотехнического закона [1-12]

$$S = 3,11965L^{29,76431} \exp(-42,02546L^{0,29800}) \quad (13)$$

Однако есть много аномальных точек.

Период пожара на площадь пожара дает двухчленную формулу

$$S = 2,67402 \cdot 10^{-13} T^{9,36074} + 1,90917T^{-0,88436} \exp(-0,085746T) \quad (14)$$

Есть две аномально расположенные точки 3 и 5. **Площадь пожара на период пожара**, как обратная функция, изменит-ся по простому закону показательного роста

$$T = 2,54496S^{0,42013} \quad (15)$$

Здесь также имеются две аномальные точки при абсциссе 3 ч.

7. Сравнение лесничеств по лесным пожарам
В таблице 5 приведены сравнительные данные.

Таблица 5

Функциональные зоны лесничества	Лесничество				Итого кварталов, шт.	Доля ФЗ, %
	Керебелякское	Кленовогорское	Лушмарское	Яльчинское		
ФЗ1	6	1	0	0	7	5,47
ФЗ2	0	0	5	2	7	5,47
ФЗ3	2	13	11	9	35	27,34
ФЗ4	0	15	16	32	63	49,22
ФЗ5	0	3	3	10	16	12,50
Итого кварталов	8	32	35	53	128	-
Доля пожаров, %	6,25	25,00	27,34	41,41	-	100
Место лесничества	1	2	3	4	-	-

Данные приведены по лесничествам и функциональным зонам национального парка «Марий Чодра». По максимальной доле лесных кварталов с лесными пожарами наихудшие значения имеет Яльчинское лесничество.

Места лесничествам расставлены по ухудшению показателя, то есть по увеличению количества лесных кварталов, на которых произошло за 1982-2011 гг. хотя бы по одному лесному пожару.

8. Критерии сравнения по моделям

Накопленный опыт [1-12] идентификации многих статистических закономерностей из разных областей знания нам позволил рекомендовать семь критериев для анализа добротности выявленных моделей:

1) **количество составляющих m** статистической закономерности;

2) **количество параметров n** во всех составляющих модели;

3) **максимальная относительная погрешность Δ_{\max}** (по модулю) модели от фактических значений показателя в одной точке;

4) **значимость α** каждой составляющей статистической модели (в частности, берем значимость первой составляющей α_1);

5) **коэффициент приспособляемости k** объекта к внешней среде, измеряемый отношением к сумме не волновых членов;

6) **коэффициент динамичности K_0** изучаемой биологической, экологической, экономической, технологической или иной изучаемой системы во времени и/или пространстве показателей;

7) **коэффициент флаттера K_ϕ** изучаемой системы, то есть коэффициент динамичности по концам ряда изучаемого фактора (чаще всего применяется к социально-экономическим системам).

Седьмой критерий дальше не учитываем.

Далее рассмотрим каждый критерий анализа полученных статистических моделей в отдельности в отношении множества лесных пожаров.

Количество m составляющих факторной функции. Этот оценочный показатель относится к структуре и функционированию во времени изучаемой системы. Причем, чем меньше количество составляющих в полученной статистической модели на одном уровне адекватности, тем эффективнее ведет себя система в процессах функционирования.

Сравним два тренда, один из которых в виде линейной модели $y = a_1 \pm a_2x$ очень любят и применяют

биологи и экономисты, а другой является наиболее распространенным в природе (то есть устойчивым) экспоненциальным законом Ципфа (в биологии), Парето (в экономике) и Мандельброта (в физике) в виде формулы $y = a_1 \exp(\pm a_2x)$.

По первому критерию функция прямой линии уступает, так как имеет две составляющие вместо одной у нелинейного закона.

Количество n параметров статистической закономерности. Чем меньше это количество, тем лучше «работала» изучаемая система, если принять за условие сравнимости (как и в случае количества составляющих) примерно равную для сравниваемых членов статистической выборки максимальную относительную погрешность Δ_{\max} .

Максимальная относительная погрешность $|\Delta_{\max}|$ по модулю показывает не только адекватность составной модели, но и характеризует качество самоорганизации себя как математической системы и самоуправления явлениями и процессами, при адаптации последних к внешней среде (условиям эксперимента, к внешним антропогенным воздействиям).

При этом должно соблюдаться вычислительное условие, чтобы структурно-параметрическая идентификация исходной модели была проведена до максимально возможного количества составляющих (в зависимости от точности измерений и записи исходных данных в табличной модели).

Этот критерий одновременно является важнейшим для оценки замены табличной модели на её математическую (статистическую) модель для пользования в различных исследованиях.

Значение Δ_{\max} вычисляется в программной среде CurveExpert по остаткам. Пример расчета приведен в таблице 6. Относительная погрешность вычисляется по формуле $\Delta = 100\varepsilon / \hat{S}$.

В таблице 6 приняты следующие условные обозначения: \hat{S} - фактические значения площади лесного пожара, ар; S - расчетные по модели (11) значения площади лесного пожара, ар; ε - остатки (абсолютная погрешность) от модели (11);

Δ - относительная погрешность, при этом значение Δ_{\max} подчеркнuto.

Остальные четыре критерия позволяют выяснить картину динамики показателей оценки по качеству статистической модели во времени исследования или же картину поведения членов исходной статистической выборки (табличной модели).

Расчет относительной погрешности модели (11)

Дата пожара	Лесной квартал	Период T , ч	Площадь \hat{s} , ар	Расчетные значения по (11)		
				S , ар	ε , ар	Δ , %
10.08.1991	29	4.0	1.00	1.054	-0.0539819	-5.40
30.04.1992	60	1.5	2.00	4.603	-2.60272	-130.14
14.06.1992	73	10.0	2.00	2.318	-0.317751	-15.89
16.06.1992	32	4.7	3.00	2.342	0.658068	21.94
19.06.1992	32	6.5	2.00	2.333	-0.332738	-16.64
25.07.1992	1	7.0	10.00	10.097	-0.0968394	-0.97
30.07.1992	74	4.7	2.00	2.342	-0.341932	-17.10
09.08.1992	74	3.8	1.00	1.416	-0.416191	-41.62
11.08.1992	59	1.7	1.00	2.091	-1.09082	-109.08
14.08.1992	29	13.7	1.00	0.458	0.541899	54.19
15.08.1992	59	2.0	3.00	1.004	1.99609	66.54
25.08.1992	26	4.0	1.00	1.054	-0.0539819	-5.40
25.04.1993	17	3.8	2.00	1.416	0.583809	29.19
07.07.1993	58	0.5	0.50	0.816	-0.31607	-63.21
29.04.1994	39	0.7	1.00	0.460	0.540275	54.03
02.05.1994	43	14.0	1.00	1.483	-0.483444	-48.34
29.05.1995	31	0.7	0.50	0.460	0.0402755	8.06
16.06.1995	56	4.0	1.00	1.054	-0.0539819	-5.40
06.09.1995	69	46.0	10.00	10.017	-0.0166398	-0.17
01.05.1996	71	1.5	10.00	4.603	5.39728	53.97
11.09.1996	54	10.7	1.00	0.829	0.170931	17.09
12.08.1997	66	1.2	0.50	2.297	-1.79735	-359.47
04.05.1998	76	0.5	1.00	0.816	0.18393	18.39
19.06.1998	50	2.0	0.50	1.004	-0.503906	-100.78
15.09.1998	76	3.0	6.00	5.772	0.227871	3.80
22.05.1999	69	2.0	0.50	1.004	-0.503906	-100.78
23.06.1999	50	0.8	0.50	1.333	-0.833011	-166.60
10.07.1999	43	1.0	0.10	-0.281	0.380708	380.71
17.07.1999	55	1.0	0.50	-0.281	0.780708	156.14
16.06.2000	62	2.5	0.60	1.913	-1.3133	-218.88
30.04.2001	56	7.3	1.00	1.244	-0.243897	-24.39
09.05.2001	54	5.3	3.00	3.067	-0.0671337	-2.24
30.07.2001	54	6.0	0.50	0.188	0.312079	62.42
16.08.2001	47	13.8	0.50	0.781	-0.281144	-56.23
11.05.2002	61	4.7	3.00	2.342	0.658068	21.94
11.05.2002	66	1.7	0.50	2.091	-1.59082	-318.16
08.06.2002	37	4.0	2.00	1.054	0.946018	47.30
08.09.2002	64	3.7	0.50	1.448	-0.947601	-189.52
13.05.2003	57	4.5	1.00	1.679	-0.679261	-67.93
28.05.2003	58	4.0	1.00	1.054	-0.0539819	-5.40
05.05.2005	34	2.5	3.00	1.913	1.0867	36.22
09.05.2006	56	5.0	1.00	1.723	-0.723012	-72.30
05.07.2006	37	10.9	0.10	0.792	-0.69233	-692.33
20.07.2006	27	6.0	0.10	0.188	-0.0879211	-87.92

Значимость α_i каждой закономерности факторной функции характеризует устойчивость в адаптации будущего функционирования системы.

Этот оценочный показатель биотехнической закономерности вычисляется как отношение расчетных значений y составляющих модели к расчетному показателю по математическому выражению

$$\alpha_i = 100 y_i / y, \quad (16)$$

где y_i - составляющая с одним или несколькими не волновыми членами; y - расчетное значение показателя по комплексной модели вида

$$y = \sum y_i = \sum_{i=1}^m a_{i1} x^{a_{i2}} \exp(-a_{i3} x^{a_{i4}}) \times \cos(\pi x / (a_{i5} + a_{i6} x^{a_{i7}}) - a_{i8}), \quad (17)$$

где i - номер составляющей общей закономерности, $i = 1, 2, 3, \dots, m$, m - общее количество со-

ставляющих статистической модели, x - объясняющая переменная (время и/или другие параметры изучаемой системы).

Значимость характеризует долевое участие составляющей модели типа (17) в расчетном результате по конструкции общего уравнения показателя.

Коэффициент приспособляемости k изучаемой системы к внешней среде показывает возможности её адаптивной устойчивости к волновым внешним и внутренним возмущениям.

Этот оценочный показатель исчисляется по формуле

$$k_{i>1} = y_{i>1} / y_1, \tag{18}$$

где y_1 - первая трендовая закономерность, содержащая не меньше одного члена модели (как правило, не волновые составляющие).

Для характеристики приспособляемости системы можно принять аналогию с поведением водителя машины на дороге. Водитель постоянно приспосабливается своим поведением, а также поведением управляемой им машины, к дороге и быстро меняющейся ситуации на ней.

Коэффициент динамичности K_d системы, который показывает устойчивость функционирования в

данный момент «среза» времени в динамике значений изучаемого показателя.

Этот критерий вычисляется по формуле

$$K_{di} = \left(\sum_{i \geq 2 \vee 3}^m y_i + \varepsilon \right) / y_{mp}, \tag{19}$$

где y_{mp} - тренд, в общем случае состоящий из нескольких первых не волновых составляющих, ε - абсолютная погрешность (остатки) модели, равная $\varepsilon_j = y_{fj} - y_j$, причем y_{fj} - фактические значения изучаемого показателя, j - номер значения показателя.

Для большинства примеров, когда трендом является только первая составляющая статистической модели, коэффициент динамичности вычисляется по формуле

$$K_d = \left(\sum_{i=2}^m y_i + \varepsilon \right) / y_1 = (y_\phi - y_1) / y_1. \tag{20}$$

Если в тренде содержится два не волновые члена, то формула (20) приводится к виду

$$K_d = (y_\phi - y_1 - y_2) / (y_1 + y_2). \tag{21}$$

В таблице 7 приведены результаты расчетов.

Таблица 7.

Оценка качества функционирования лесничеств

Лесничество	Влияние $x \rightarrow y$	По критериям оценки моделей						Коэфф. коррел. модели
		m	n	Δ_{\max}	α_1	k	K_d	
Керебеляжское	$T = f(L)$	1	2	750,75	100	0	1,12	0,2092
	$S = f(L)$	2	4	364,51	4528,90	1,01	-40,80	0,9879
	$S = f(T)$	2	4	45,80	100,00	26,43	-0,21	0,9998
	$T = f(S)$	1	3	467,37	100	0	1,22	0,3680
Кленовогорское	$T = f(L)$	3	17	337,55	771,49	1,25	1,60	0,8609
	$S = f(L)$	3	20	7230,93	2267,98	-1,7e44	2,45e44	0,9698
	$S = f(T)$	1	4	323,41	100	0	CO	0,9776
	$T = f(S)$	3	12	517,34	100,00	5,29	4,55	0,7721
Лушмарское	$T = f(L)$	2	8	897,00	1199,76	0,94	1,18	0,8728
	$S = f(L)$	3	14	1193,89	102,49	27,12	12,17	0,9076
	$S = f(T)$	4	23	692,33	1442,33	1,64	4,66	0,8615
	$T = f(S)$	2	4	-	-	-	-	0,4816
Яльчинское	$T = f(L)$	2	4	882,13	4311,07	0,98	-1,00	0,2361
	$S = f(L)$	1	4	9308,48	100	0	12,90	0,0815
	$S = f(T)$	2	5	4914,12	00	CO	CO	0,9972
	$T = f(S)$	1	2	851,00	100	0	6,16	0,8210

По критериям наблюдается очень разное предпочтение даже на одном из лесничеств. Например, Керебеляжское лесничество, хотя и получило всего 5 лесных пожаров за период в 21 год, что указывает на естественное поведение лесных кварталов как некой популяции.

Как правило, у нетронутых человеком лесных участков (а квартала уже относятся к территориальному регулированию антропогенным воздействием для управления лесными ресурсами человеком) закономерности сложные, но четкие и наилучшие критерии моделей находятся во всех клетках матрицы.

С ростом антропогенной нагрузки на лесничества (см. табл. 5) наилучшие критерии находятся на двух закономерностях по данным таблицы 7.

Рейтинг лесничеств и видов моделей. Отдельно рассмотрим коэффициент корреляции выявленных статистических моделей, как меру адекватности и качества исходных данных по лесным кварталам с пожарами (табл. 8).

Коэффициент коррелятивной вариации для множества из 128 пораженных пожарами лесных кварталов (табл. 5) равен $11,4046 / 4^2 = 0,7128$.

Этот критерий применяется при сравнении различных объектов исследования, в данном случае национальных парков (особ охраняемых территорий). Чем больше коэффициент коррелятивной вариации, тем выше качество противопожарной деятельности природного заповедника или же лесного предприятия. Чем меньше коэффициент коррелятивной вариации,

то тем хуже (хаотичнее) поведение персонала лесного предприятия за многолетний учетный период в борьбе с лесными пожарами.

Таблица 8.

Оценка качества статистических моделей функционирования лесничеств по коэффициенту корреляции

Лесничество	По виду статистической модели				Сумма	Место
	$T(L)$	$S(L)$	$S(T)$	$T(S)$		
Керебеляжское	0,2092	0,9879	0,9998	0,3680	2,5649	3
Кленовогорское	0,8609	0,9698	0,9776	0,7721	3,5804	1
Лушмарское	0,8728	0,9076	0,8615	0,4816	3,1235	2
Яльчинское	0,2361	0,0815	0,9972	0,8210	2,1358	4
Сумма	2,1790	2,9468	3,8361	2,4427	11,4046	-
Место	4	2	1	3	-	0,7128

В рейтинге видов статистической модели на первое место встает $S=f(T)$. Поэтому влияние периода лесного пожара на площадь его распространения становится главным функциональным отношением. На второе место становится $S=f(L)$ влияния расстояния от лесной пожарной службы лесничества до центра пораженного лесными пожарами кварталов на площадь лесного пожара.

В рейтинге на первом месте находится Кленовогорское лесничество. Лесная территория здесь без разрывов и компактная. По таблице 5 доля пожаров составляет 25%. По данным таблицы 7 здесь проявляется по формуле (7) биотехнического закона изменяется функция $S=f(T)$.

На втором месте по рейтингу занимает Лушмарское лесничество.

На третье место из-за малого количества точек и высокого природного качества лесной территории встает Керебеляжское лесничество.

Из-за высокой антропогенной нагрузки на леса и снижения их природного качества лесных кварталов, в том числе и лесными пожарами, на четвертом месте находится Яльчинское лесничество.

9. Заключение

Предлагаемый способ обладает простотой реализации. По фактическим прошлым многолетним данным о лесных пожарах на конкретной территории остается необходимо один раз измерить расстояния от населенного пункта лесничества до центра его лесных кварталов, подверженных за многолетний период хотя бы одному лесному пожару. Кроме того, из журнала регистрации лесных пожаров выписываются данные о периоде (продолжительности пожара) и площади каждого лесного пожара.

По адекватности полученных закономерностей строят три рейтинга: места лесничеств по количеству лесных кварталов с лесными пожарами за многолетний период (табл. 5), рейтинг видов параметрических отношений и рейтинг лесничеств (табл. 8). Далее по рейтингу лесничеств судят о качестве функционирования пожарных служб.

Кроме того, по рейтингу суммы пораженных пожарами лесных кварталов и сумм коэффициентов корреляции судят о качестве противопожарного функционирования лесничеств за многолетний период, а по

рейтингу видов факторных связей судят о качестве измерений противопожарным персоналом лесничеств параметров в виде периода и площади лесных пожаров.

Применение предложенного способа расширяет возможности территориального экологического мониторинга, повышает функциональные возможности системы типа «Лесной Дозор». В итоге появляется практическая возможность, с использованием многолетних данных о лесных пожарах на территории, оценки качества функционирования отдельных лесничеств по взаимной функциональной связи между параметрами лесных кварталов, пораженных хотя бы одним лесным пожаром.

Литература

1. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по численности пожаров и расстоянию от транспортной магистрали // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 3(15), 2015. С. 36-47. 36-47.pdf. Doi 10.18411/d-2016-105.
2. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по численности пожаров и расстоянию от места дислокации пожарной службы // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 4(17), 2015. С. 10-21. 10-21.pdf. Doi 10.18411/d-2016-102.
3. Мазуркин П.М. Анализ лесных пожаров по многолетним статистическим данным // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 3(12), 2014. С. 13-22. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22032012>. Doi 10.18411/d-2016-103.
4. Мазуркин П.М. Анализ многолетних лесных пожаров по функциональным зонам и лесничествам // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 4(13), 2014. С. 42-49. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23056906>. Doi 10.18411/d-2016-108.
5. Мазуркин П.М. Анализ лесных кварталов по частоте пожаров // **Вестник Воронежского института ГПС МЧС России**. Вып. 1(14), 2015. С. 40-46. <http://elibrary.ru/download/74250466.pdf>. Doi 10.18411/d-2016-107.

6. Мазуркин П.М. Экономико-статистическое моделирование: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 276 с. ISBN 978-5-8158-1677-0

7. Мазуркин П.М., Блинова К.С. Активность Солнца и годичная динамика лесных пожаров на особо охраняемой территории // Успехи современного естествознания. 2013. № 1. С.102-107.

8. Мазуркин П.М., Блинова К.С., Хазиев А.В. Асимметричные вейвлет-сигналы многолетней динамики численности лесных пожаров РМЭ // Вестник Казанского технол. ун-та. 2013. Т. 16. № 15. С.148-151.

9. Мазуркин П.М. Каткова Т.Е. Моделирование многолетней динамики изменения площади лесных

пожаров // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2013. №1 (6). С.31-37.

10. Мазуркин П.М. Каткова Т.Е. Анализ многолетней динамики удельной площади лесных пожаров // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2013. №2 (7). С.37-43.

11. Мазуркин П.М., Каткова Т.Е. Вейвлет-анализ многолетней динамики локальной численности лесных пожаров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10164> (дата обращения: 26.09.2013).

12. Мазуркин П.М., Скорикова Л.А. Динамика температуры горения древесных опилок при испытании сжиганием // Вестник КНИТУ. 2011. № 7. С.58-61.

КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ И МОДУЛЯ РАССТОЯНИЯ В ГРУППЕ ИЗ 186 СВЕРХНОВЫХ MLCS2K2

Мазуркин Петр Матвеевич

Докт. техн. наук, проф., Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия, kaf_po@mail.ru

OSCILLATORY ADAPTATION OF REDSHIFT AND MODULE OF DISTANCE IN GROUP OF 186 SUPERNEW MLCS2K2

Mazurkin Peter Matveevich

Doc. tech. Sciences, Prof., Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia, kaf_po@mail.ru

Аннотация

Рассмотрены тренды взаимных связей между четырьмя физическими показателями в группе из 186 сверхновых MLCS2k2. По рейтингу четырех параметров выявлены сильнейшие связи между красным смещением и модулем относительного расстояния, даны граничные условия их изменений. По ранговым распределениям при возрастании значений этих двух параметров получены множества асимметричных вейвлетов с переменными амплитудой и периодом колебания. Даны также тренды и вейвлеты бинарных отношений между ними. Вейвлеты имеют малую долю от трендов, но высокий коэффициент корреляции волновых закономерностей показывает, что сверхновые объекты распределены во Вселенной закономерно по законам с несколькими колебательными возмущениями, по-видимому, от действий темной материи и темной энергии. Выдвинута гипотеза кипения системы сверхновых звезд в бурлящей Вселенной. Дано решение 23-ой проблемы Гильберта одним-единственным универсальным алгебраическим волновым уравнением, в общей форме по гипотезе Декарта, где половины амплитуды и периода отображаются биотехническим законом. Каждый вейвлет этого алгебраического уравнения содержит две фундаментальные физические постоянные – число e времени или Непера и число π пространства или Архимеда.

Abstract. Trends of an interconnection between four physical indicators in group of 186 supernew MLCS2k2 are considered. According to the rating of four parameters the most strong connections between the redshift and the module of relative distance are revealed, boundary conditions of their changes are given. On rank distributions at increase of values of these two parameters sets of asymmetric wavelet with variables amplitude and the period of fluctuation are received. Also trends and wavelets of the binary relations between them are given. Wavelets have a small share from trends, but the high coefficient of correlation of wave regularities shows that supernew objects are distributed in the Universe naturally under laws with several oscillatory indignations, apparently, from effects of dark matter and dark energy. The hypothesis of boiling of system of supernew stars in the raging Universe is made. The solution to the 23rd Hilbert problem is given by a single universal algebraic wave equation, in a general form according to the Descartes hypothesis, where half the amplitude and period are displayed by a biotechnical law. Each wavelet of this algebraic equation contains two fundamental physical constants - the number of time or Neper and the number of space or Archimedes.

2010 Mathematics Subject Classifications: 34F15, 34E18, 35Q51, 37K40, 85A35. 97M50

Ключевые слова: группа сверхновых, красное смещение, модуль относительного расстояния, ранговые распределения, бинарные отношения, тренды и волновые закономерности

Key Words and Phrases: group supernew, redshift, module of relative distance, rank distributions, binary relations, trends and wave regularities.