

МАТЕМАТИКА

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ОДНОМ ЛЕСНОМ КВАРТАЛЕ

Мазуркин Петр Матвеевич

Докт. техн. наук, проф., Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия,

THE ANALYSIS OF FIRES ON FOREST QUARTER

Mazurkin Peter Matveevich

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

Аннотация.

Из книги учета за более 30 лет выписывают значения параметров всех лесных пожаров, происшедших на одном сильно пораженном пожарами квартале. Оценивают полноту данных и определяют общую шкалу времени с начала регистрации лесных пожаров, а также производные от основных параметров показатели. Приведены таблицы данных и тренды взаимного влияния параметров и производных показателей. По коэффициенту корреляции трендов судят о качестве работы пожарной службы. А по закономерностям судят о качестве работы персонала лесничества, где находится сильно пораженный квартал. Показаны рейтинги между связями и сильно пораженными кварталами по сумме коэффициентов корреляции. По ним судят об уровне значимости параметров и производных показателей, по местам рейтинга сильно пораженных пожарами кварталов судят о качестве лесной среды в функциональных зонах предприятия.

Abstract. From the account book in more than 30 years write out values of parameters of all forest fires which have happened on one quarter strongly struck with fires. Estimate completeness of data and define the general time scale since the beginning of registration of forest fires, and also indicators derivative of key parameters. Tables of data and trends of mutual influence of parameters and derivative indicators are provided. On coefficient of correlation of trends judge quality of work of fire service. And on regularities judge quality of work of the personnel of a forestry on which there is strongly struck quarter. Ratings between communications and strongly struck quarters on the sum of coefficients of correlation are shown. On them judge a significance value of parameters and derivative indicators, and in places of a rating of quarters strongly struck with fires judge quality of the forest environment in functional zones of the enterprise.

Ключевые слова: лесной квартал, более пяти пожаров, шкала времени, тренды, пожарная служба, качество работы, качество лесной среды

Keywords: forest quarter, more than five fires, time scale, trends, fire service, quality of work, quality of the forest environment.

Введение

За множество точек мониторинга в виде очагов возгорания принимают лесные кварталы, за многолетний период подверженные множеству лесных пожаров. При этом каждый сильно пораженный пожарами лесной квартал с множеством пожаров принимают за обособленный объект физико-математического анализа [1-5]. Из книги учета лесных пожаров на территории лесного предприятия за многолетний период выписывают значения параметров всех лесных пожаров, происшедших на одном и том же сильно пораженном пожарами лесном квартале. Затем определяют общую шкалу времени с начала регистрации лесных пожаров на предприятии и дополнительные, производные от основных параметров лесных пожаров, показатели.

Каждый сильно пораженный пожарами лесной квартал с множеством пожаров принимают за обособленный объект физико-математического анализа при количестве лесных пожаров более пяти, происшедших за многолетний период. При этом требование принятия не менее 6 лесных пожаров заставляет увеличивать период измерений до 30 и более лет. Шесть

точек, при отсутствии хотя бы по нескольким параметрам лесных пожаров одной точки, оставляют для статистического моделирования всего 4-5 точек. Это – минимальное условие по математическому анализу, поэтому для физического анализа приходится увеличивать количество лесных пожаров на лесном квартале в минимальном случае до 6, а время измерений принимать более 30 лет.

Статистическим моделированием выявляют тренды взаимного влияния между параметрами и производными показателями всех лесных пожаров на каждом сильно пораженном пожарами лесном квартале. Затем по тесноте связи между параметрами и производными показателями каждого сильно пораженного пожарами лесного квартала по коэффициенту корреляции судят о качестве функционирования той пожарной службы лесного предприятия, на территории мониторинга которой находится тот или иной сильно пораженный пожарами лесной квартал.

Затем определяют рейтинги между математическими связями и самими сильно пораженными пожарами лесными кварталами по сумме коэффициентов корреляции, при этом по максимальным значениям и

убыванию сумм коэффициента корреляции судят об уровне значимости параметров и производных показателей, а по местам рейтинга сильно пораженных пожарами лесных кварталов судят о качестве функционирования лесной среды в разных функциональных зонах лесного предприятия.

Положительный эффект достигается тем, что результаты физико-математического анализа лесных кварталов, пораженных за многолетний период более пятью лесными пожарами, позволит ежегодно оценивать качество работы пожарной службы лесничества и всего лесного предприятия. Для этого нужно выделить сильно пораженные лесными пожарами лесные кварталы и по ежегодным записям в книге учета лесных пожаров дополнять статистические данные параметрами новых лесных пожаров. Затем измененную статистическую выборку повторно идентифицировать общей формулой.

Итерация моделирования [6-12] выполняется после каждой новой записи о пожаре на сильно пораженном пожарами лесном квартале. Влияние закономерностей на оценку качества работы пожарной службы заставит повысить точность измерений времени (например, от часов перейти к минутам, а площадь замерять вместо га в ар и т.д.) и других параметров лесных пожаров.

Положительный эффект достигается ещё и тем, что на будущее появляется практическая возможность изучения поведения самих лесных кварталов как пространственно зарегулированной территории с многими выделами, то есть биологическими объектами в виде популяций деревьев одной или нескольких видов.

Например, в *зоне экстенсивного рекреационного использования* лесные пожары располагаются закономерно во времени на квартале. С дальнейшим ухудшением экологических условий добавляется сильное антропогенное воздействие. Из-за этого лесные кварталы с зоны Ф34 (зона интенсивного рекреационного использования) в рейтинге занимают последние места.

Но с переходом от Ф34 к Ф35 (зона хозяйственного назначения) антропогенное влияние такое сильное, что лесные земельные участки превращаются,

как и в сельском хозяйстве, в сильно измененные человеком объекты. Они становятся почти техническими объектами, а которых уже преобладают законы поведения людей, а законы поведения популяций лесных деревьев сильно подавлены.

Новизна технического решения заключается в том, что впервые сильно пораженные пожарами лесные кварталы, с пятью и более лесными пожарами за 30 лет, приняты за объекты физико-математического анализа. Такое обособление открывает новые горизонты в научных исследованиях, причем не только в изучении поведения персонала лесного предприятия в тушении лесных пожаров, но и в изучении многолетнего поведения выделов на одном сильно пораженном пожарами квартале.

Государственный природный Национальный парк «Марий Чодра» организован 1 декабря 1985 года. Парк находится на юго-востоке республики, в трех районах - Моркинском, Звениговском, Волжском - в 20-40 км от г. Волжска и 50-70 км от столицы Республики Марий Эл г. Йошкар-Олы.

2. Регистрация лесных пожаров

Книга учета лесных пожаров ФГБУ «Национальный парк «Марий Чодра» представляет журнал, в котором составитель акта о пожаре (старший инженер ОЗЛ, начальник ПХС, лесничий, помощник лесничего, мастер леса) парка или лесничества, где произошло возгорание, записывает все известные ему данные о возгорании.

Территория национального парка «Марий Чодра» разделяется на лесничества и следующие функциональные зоны: Ф31- зона заповедного режима; Ф32 – зона особо охраняемая; Ф33 – зона экстенсивного рекреационного использования; Ф34 – зона интенсивного рекреационного использования; Ф35 – зона хозяйственного назначения.

В таблице 1 приведены данные о наиболее пораженных лесными пожарами (не менее шести) лесных кварталов с 1982 по 2011 гг. за период в 30 лет в целом по национальному парку (с разбивкой по функциональным зонам и лесничествам национального парка).

Таблица 1.

Наиболее пораженные за 1982-2011 гг. пожарами (не менее 6) лесные кварталы национального парка «Марий Чодра»

Кленовогорское лесничество		Лушмарское лесничество		Яльчинское лесничество	
№ кв.	<i>n</i> , шт.	№ кв.	<i>n</i> , шт.	№ кв.	<i>n</i> , шт.
Ф33				27	9
Ф34				44	8
70	6	30	11	45	10
				52	9
				68	6
Ф35					
22	6				

Примечание. *n* – количество пожаров за многолетний период.

Всего выявлены 8 сильно пораженных лесных кварталов, по которым были собраны статистические данные динамики лесных пожаров и параметров лесных пожаров. При этом расстояние от населенного пункта до центра лесного квартала остается постоянным.

Поэтому каждый сильно пораженный квартал получает за 30 лет воздействие пожарами от 6 до 11 раз.

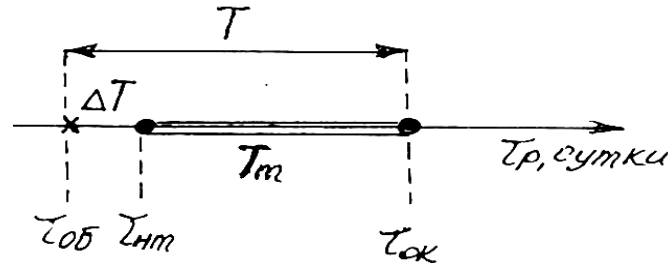


Рисунок 1. Схема измерения параметров регистрации лесного пожара

$\tau_{нм}$ - начало тушения лесного пожара (рис. 1);

$\tau_{ок}$ - окончание тушения лесного пожара (рис. 1);

3. Условные обозначения и расчетные формулы

Для дальнейшего анализа приняты следующие условные обозначения и расчетные формулы:

$\tau_{об}$ - момент времени обнаружения пожара (рис. 1);

τ_p - время регистрации пожара или шкала времени, с $\tau_p = 0$ для даты 01.08.1982 при регистрации в журнале учета лесных пожаров, начиная с первого учетного пожара, сутки (рис. 1 и рис. 2);

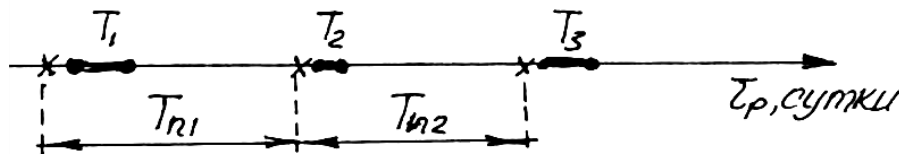


Рисунок 2. Схема распределения трех пожаров на шкале времени регистрации

T_n - период между пожарами (на рис. 2 даны периоды T_{n1} и T_{n2}), сутки;

T - период пожара (рис. 1, а на рис. 2 показаны T_1 , T_2 и T_3), ч: причем период пожара определяется по простой формуле $T = \tau_{ок} - \tau_{об}$;

T_m - период тушения пожара, ч: $T_m = \tau_{ок} - \tau_{нм}$;

ΔT - период свободного горения до обнаружения лесного пожара, ч: $\Delta T = T - T_m$;

η - оперативность тушения (коэффициент полезного действия пожарной службы лесничества), %: $\eta = 100T_m / T$;

ϑ - удельный период пожара или скважность каждого пожара при повторении на данном лесном квартале, %: $\vartheta = 100T / T_n$;

ζ - доля покоя между пожарами (за это время пожарище на лесном квартале может биологически измениться, образуя новую лесную среду), %: $\zeta = 100(T_n - T) / T_n$;

S - площадь пожара (по данным из книги учета пожаров), ар;

$T_{изм}$ - общий период измерений, причем $T_{изм} = \sum T_n$.

В общем случае не волновая модель (например, тренд или тенденция) содержит сумму двух биотехнических законов и получает вид уравнения

$$y_m = y_{m1} + y_{m2}, \quad (1)$$

$$y_{m1} = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4}), \quad y_{m2} = a_5 x^{a_6} \exp(-a_7 x^{a_8}),$$

где y_m - тренд (тенденция) показателя, x - объясняющая переменная, $a_1 \dots a_8$ - параметры обобщенной модели (1), определяемые по идентификации на данных из книги учета лесных пожаров в программной среде CurveExpert-1.40 (<http://www.curveexpert.net/>).

При этом каждый параметр модели (1) имеет физический смысл.

Далее рассмотрим каждый пораженный лесной квартал. Для математического анализа оставлены только сильные биотехнические закономерности с коэффициентом корреляции не менее 0,7.

4. Квартал 27 Яльчинского лесничества ФЗЗ

В таблице 2 приведены исходные данные, которые имеются в журнале учета лесных пожаров национального парка «Марий Чодра». Если измерения отсутствуют, то поставлены черточки. Здесь время дано в часах и минутах.

Таблица 2.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 27

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
27.07.1992	15:10	15:30	10:00
17.08.1992	23:30	24:00	17:30
20.05.1993	20:45	21:30	2:00
16.06.1993	18:00	18:10	19:00
16.06.1993	18:00	18:15	19:00
28.07.1993	-	18:00	19:40
03.05.1994	-	16:25	18:30
06.05.1994	-	13:50	14:30
22.05.1994	16:05	16:20	19:00

В таблице 3 даны значения показателей по каждому лесному пожару, хронологически происшедшего с 01.08.1982. Время регистрации показывает эволюцию лесного квартала по совокупности лесных пожаров.

Полнота исходных данных, как отношение строк без прочерков к общему количеству строк таблицы 2, составляет $100 \times 6 / 9 = 66,67\%$.

Таблица 3.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 27

Время регистрации пожара τ_p , сутки	Период между пожарами T_n , сутки	Период Пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ε , %	Площадь пожара s , ар
3648	-	18.83	18.50	0.33	98.25	-	-	50
3669	21	18.00	17.50	0.50	97.22	85.71	14.29	3
3946	277	5.25	4.50	0.35	85.71	1.90	98.10	34
3973	27	1.00	0.83	0.17	83.00	3.70	96.30	0.5
3973	0	1.00	0.75	0.25	75.00	-	-	0.5
4015	42	-	1.67	-	-	-	-	1
4263	248	-	2.08	-	-	-	-	10
4266	3	-	0.67	-	-	-	-	3
4282	16	2.92	2.67	0.25	91.44	18.25	81.75	20
Сумма	634	-	49.17	-	-	-	-	122.00

Общий период измерений $T_{изм}$ с 27.07.1992 по 22.05.1994 равен всего $4282 - 3648 = 634$ суток. За такой короткий срок меньше двух лет на лесном квартале 27 произошло 9 лесных пожаров.

Период пожара на оперативность тушения определяется формулой

$$\eta = 77,30308 \exp(0,012735T) + 6,36117T^{6,51805} \exp(-2,19802T). \quad (2)$$

На рисунке 3 показан график (2), который показывает, что с ростом периода пожара возрастает оперативность тушения, то есть персонал пожарной службы лесничества начинает активизироваться с большей интенсивностью. Первая составляющая тренда является законом экспоненциального роста.

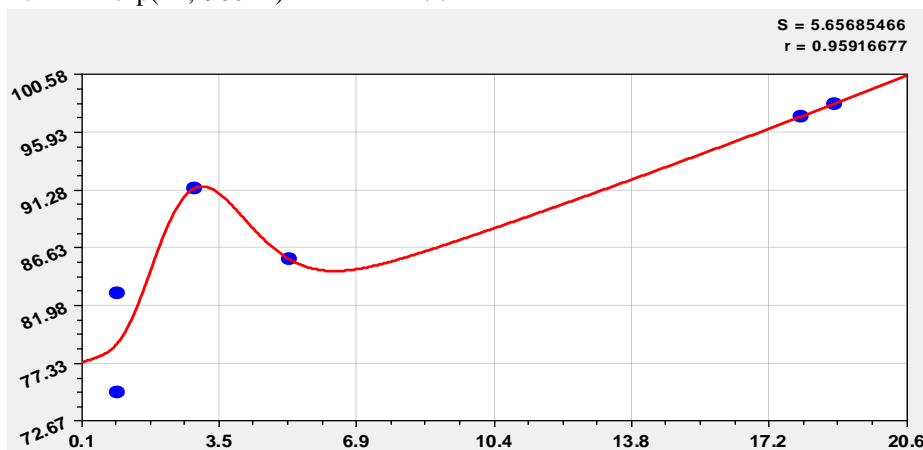


Рисунок 3. График влияния периода лесного пожара на оперативность тушения на квартале 27

Персонал Яльчинского лесничества ориентирован на стрессовое возбуждение (вторая составляющая тренда по биотехническому закону), когда период пожара изменяется от одного до семи часов.

На рисунке 4 даны графики по остальным шести факторным связям.

Период пожара на период свободного горения дается формулой

$$\Delta T = 0,27136 \exp(-0,40252T) + 0,034528T^{1,85016} \exp(-0,15892T). \quad (3)$$

Факторная связь определяется по формуле аналогичной конструкции, но первый член тренда соответствует закону экспоненциальной гибели (закон Лапласа в математике, Мандельброта в физике, Ципфа в биологии и Парето в экономике).

Период свободного горения – это то промежуток времени, который протекает от начала возгорания до начала тушения. На схеме на рисунке 1 момент времени обнаружения лесного пожара и момент регистрации лесного пожара совмещены. Фактически, конечно же, от момента возгорания до момента обнаружения (затем регистрация по времени обнаружения) проходит иногда достаточно большое время. Поэтому неучтенная разница между моментами возникновения лесного пожара и его обнаружения становится ошибкой измерения.

Первый член уравнения (3) показывает относительное снижение периода свободного горения в зависимости от роста периода пожара. Но человеческое

поведение характеризуется вторым членом уравнения (3), когда максимум период свободного горения наблюдается для этого лесного квартала при периоде пожара 10-12 часов.

Период пожара на период тушения для всех отобранных восьми лесных кварталов определяется законом показательного роста.

Для лесного квартала была получена формула

$$T_m = 0,77916T^{1,07775}. \quad (4)$$

Эта математическая функция характеризует качество работы пожарной службы относительно данного лесного квартала.

Поэтому каждый лесной квартал, хотя и является произведением человека, но включает в себя несколько лесных выделов, которые, в свою очередь, являются сообществом деревьев каких-то пород или их смесей.

В связи с этим лесной квартал – это некое искусственно оформленное растительное сообщество. Природа не делит леса на квартал, а делит только на лесные выдел. Поэтому и лесные пожары надо бы относить точно к соответствующим лесным выделам.

Период свободного горения на период пожара влияет по закону экспоненциального роста

$$T = 9,85366 \cdot 10^{-23} \exp(55,00722\Delta T^{0,037051}). \quad (5)$$

Как видно из графика на рисунке 4, чем больше лесной участок горит до начала тушения, тем больше и период самого лесного пожара.

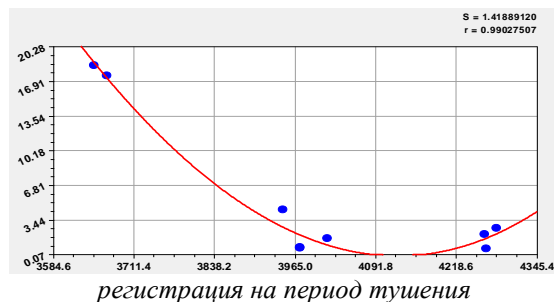
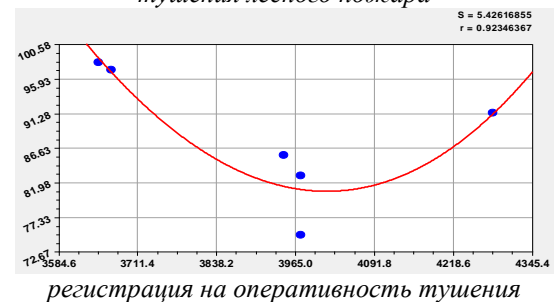
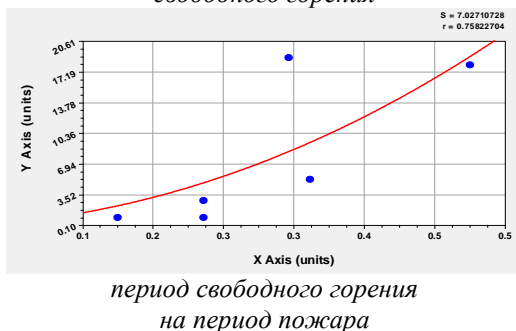
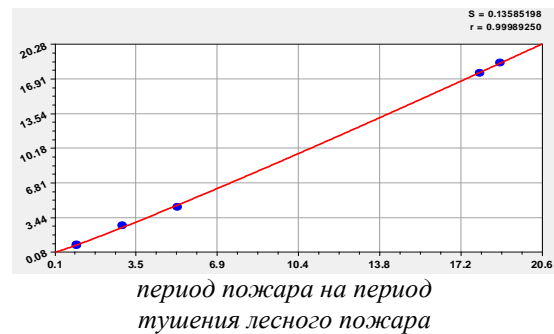
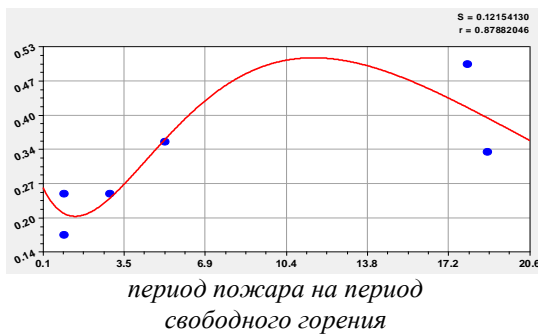


Рисунок 4. График влияния по другим шести сильным факторным связям параметров лесных пожаров на лесном квартале 27

Регистрация на оперативность тушения, то есть непрерывное время с 01.08.1982, влияет сложно по формуле

$$\eta = 1135,8284 \exp(0,00030252\tau_p) - 0,12652\tau_p^{1,24078}. \quad (6)$$

Этот вид факторной связи показывает, как во времени изменялось качество работы пожарных. Перовая составляющая (6) показывает естественное стремление людей к повышению оперативности тушения лесных пожаров. Однако этому стремлению мешает кризисно (отрицательный знак перед второй составляющей) с годами нарастающая тенденция по показательному закону. В итоге образуется классический оптимум низкой оперативности тушения при времени регистрации около 4000 суток. По данным таблицы 1 это соответствует июлю 1993 года.

С другой стороны, кривая $\eta = f(\tau_p)$ оказывает накапливание социально-экономического кризиса до развала СССР в 1991-1993 годах.

С 1982 года до системного кризиса параметр оперативности тушения лесных пожаров падает, а затем медленно повышается.

Таким образом, данный способ позволяет по математическим факторным связям влияния времени регистрации лесных пожаров на другие параметры выявлять характер динамики поведения как пожарных, так и населения в целом (пожарные являются отдельной частью населения).

Регистрация на период пожара определяется в динамике поведения людей (по таблице 2 за период 1992-1994 гг.) двухчленной формулой вида

$$T = 784,6951 \exp(0,00029021\tau_p) - 0,12410\tau_p^{1,19510}. \quad (7)$$

Период пожара является одним из важных показателей. Из графика на рисунке 4 видно, что до июля 1993 года значение периода пожара снижалось, а затем снова начало повышаться.

Регистрация на период тушения определилось (рис. 4) уравнением

$$T_m = 747,35576 \exp(0,00029115\tau_p) - 0,11264\tau_p^{1,20136}. \quad (8)$$

Динамика показателя аналогична предыдущему фактору.

5. Квартал 70 Кленовогорского лесничества ФЗ4

Данные по шести лесным пожарам даны в таблице 4 и таблице 5.

Таблица 4.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 70

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
05.05.1990	16:10	16:20	18:20
12.05.1990	16:00	16:30	18:30
10.07.2000	-	20:33	23:20
25.04.2001	17:00	17:00	21:00
12.07.2001	13:00	13:00	18:00
03.06.2007	9:00	9:10	10:50

Полнота исходных данных в таблице 4 равна $100 \times 5 / 6 = 83,33\%$.

Таблица 5.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 70

Время регистрац. пожара τ_p , сутки	Период между пожарами T_n , сутки	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара S , ар
2835	-	2.17	2.00	0.17	92.17	-	-	10
2842	7	2.50	2.00	0.50	80.00	35.71	64.29	1
5591	2749	-	2.78	-	-	-	-	1
6054	463	4.00	4.00	0	100.00	0.86	99.14	1
6132	78	5.00	5.00	0	100.00	6.41	93.59	5
8281	2149	1.83	1.67	0.16	91.26	0.09	99.91	1.5
Сумма	5446	-	17.45	-	-	-	-	19.50

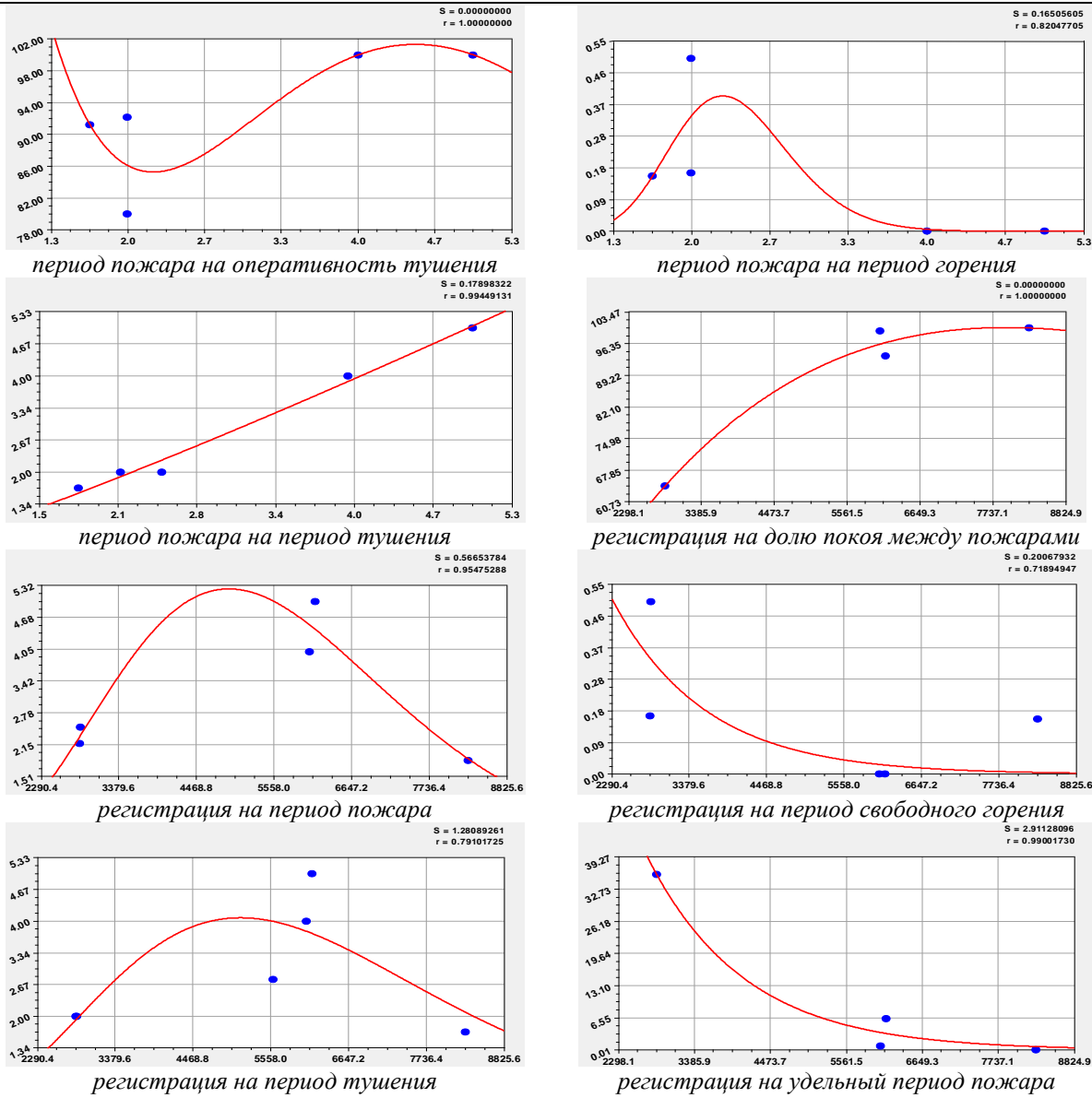


Рисунок 5. Графики сильных факторных связей по лесным пожарам на квартале 70

Общий период измерений $T_{изм}$ с 05.05.1990 по 03.06.2007 равен $8281 - 2835 = 5446$ суток, что больше предыдущего квартала 27 в 8,6 раз. За срок почти 17 лет на квартале 70 произошло всего 6 пожаров (рис. 5).

Период пожара на оперативность тушения изменяется по формуле $\eta = 290,39951 \exp(-0,90275T) + 15,956117^{3,15163} \exp(-0,65387T)$. (9)

В сравнении с формулой (2) первый член уравнения (9) стал законом экспоненциальной гибели. Это означает, что основная тенденция на данном лесном квартале заключается в снижении из года в год оперативности тушения лесных пожаров. Этот показатель антропогенными усилиями был поднят до высокого уровня в 2006-2007 гг.

Период пожара на период свободного горения дается формулой

$$\Delta T = 18,67800T^{21,16533} \exp(-9,34629T). \quad (10)$$

Весь период измерения от 05.05.1990 по 03.06.2007 можно условно разбить на две части (рис.

5). Во второй части с ростом периода пожара специалисты добились резкого снижения периода свободного горения, то есть промежутка времени от регистрации до начал тушения лесного пожара.

Период пожара на период тушения дается показательным законом

$$T_m = 0,77819T^{1,16047}. \quad (11)$$

Регистрация на долю покоя между пожарами дает биотехнический закон в полной форме $\zeta = 0,0082681\tau_p^{1,18538} \exp(-0,00023807\tau_p^{0,95344})$. (12)

С годами промежуток времени между пожарами увеличивался, однако после 2006 года пожары стали учащаться.

Регистрация на период пожара также имеет биотехнический закон

$$T = 8,51372 \cdot 10^{-21} \tau_p^{6,38151} \exp(-0,0012965\tau_p). \quad (13)$$

В динамике максимальный период пожара более 5 часов был в 1999 году, то есть с лагом запаздывания от системного социально-экономического кризиса 1998 года.

Регистрация на период свободного горения изменяется с годами по закону экспоненциальной гибели

$$\Delta T = 2,94373 \exp(-0,00076667 \tau_p^{1,00010}). \quad (14)$$

Но по графику на рисунке 5 в 2007 г. снова был рост периода свободного горения лесного пожара. Это указывает на то, что персонал пожарной службы успокоился и стал менее напряженно следить за регистрацией и началом тушения лесных пожаров.

Регистрация на период тушения снова влияет по биотехническому закону

$$T_m = 8,45070 \cdot 10^{-18} \tau_p^{5,46384} \exp(-0,0023683 \tau_p^{0,91664}) \quad (15)$$

Период тушения был максимальным в 2001 году. Затем он снижается.

Регистрация на удельный период пожара имеет закон гибели

$$\vartheta = 273,80002 \exp(-0,00071671 \tau_p). \quad (16)$$

Скважность очередного лесного пожара, при повторении на данном лесном квартале 70, постепенно снижается. Поэтому в будущем могут быть (на этом квартале с 2007 г. не произошло ни одного пожара, что свидетельствует о насыщении природной среды пожарами и поэтому потерю привлекательности для отдыха) более частые лесные пожары.

6. Квартал 30 Лушмарского лесничества ФЗ4

Из 11 строк три имеют прочерки (табл. 6 и табл. 7).

Таблица 6.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 30

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
04.05.1984	18:25	18:30	19:30
30.07.1991	15:00	15:00	17:00
26.09.1994	8:00	8:00	9:00
05.08.1996	9:08	9:30	12:00
01.08.1997	-	17:33	18:00
04.08.1998	8:00	8:20	9:00
06.08.1998	10:30	11:00	13:00
23.08.1998	8:00	8:30	12:00
07.07.1999	-	14:17	15:20
25.07.1999	16:30	17:00	19:00
03.09.2002	9:00	9:10	11:00

Полнота данных равна $100 \times 9 / 11 = 81,82\%$.

Таблица 7.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 30

Время регистрац. пожара τ_p , сутки	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара S , ар
643	-	1.08	1.00	0.08	92.59	-	-	4
3286	2643	2.00	2.00	0	100.00	0.08	99.92	1
4440	1154	1.00	1.00	0	100.00	0.09	99.91	0.5
5119	679	2.87	2.50	0.37	87.11	0.42	99.58	0.5
5480	361	-	0.45	-	-	-	-	0.5
5848	368	1.00	0.67	0.33	67.00	0.27	99.73	0.5
5850	2	2.50	2.00	0.50	80.00	125	-25	0.5
5867	17	4.00	3.50	0.50	87.50	23.53	76.47	0.5
6185	318	-	1.05	-	-	-	-	0.1
6203	18	2.50	2.00	0.50	80.00	13.89	86.11	0.1
7339	1136	2.00	1.83	0.17	91.50	0.18	99.82	0.1
Сумма	6696	-	18.00	-	-	-	-	8,30

Общий период измерений $T_{изм}$ с 04.05.1984 по 03.09.2002 равен $7339 - 643 = 6696$ суток, что больше предыдущих двух лесных кварталов 27 и 70.

За такой большой срок почти 18 лет на лесном квартале 30 произошло максимальное количество 11 лесных пожаров. По-видимому, это предел количества лесных пожаров, после которого наступает насыщение привлекательности у людей для отдыха на этом лесном земельном участке.

Графики закономерностей даны на рисунке 6.

Этот лесной квартал примечателен тем, что почти все пожары произошли до системного социально-экономического кризиса нашей страны.

Период пожара на период свободного горения дается формулой

$$\Delta T = 0,066248 T^{1,87928} \exp(-4,30209 \cdot 10^{-5} T^{6,86862}). \quad (17)$$

Время от регистрации до начала тушения возрастало и после кризиса стало снижаться.

Период пожара ан период тушения дается показательным законом

$$T_m = 0,88435T^{0,98146} . \quad (18)$$

Период пожара на долю покоя между пожарами изменяется по кризисной второй части

$$\zeta = 96,18760 - 6,45366T^{243,66215} \exp(-69,49335T^{1,20396}) \quad (19)$$

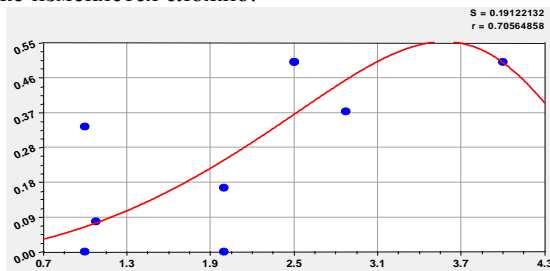
Этот эффект влияния изменившейся после предыдущих лесных пожаров лесной биологической среды на данном квартале требует внимательного дальнейшего исследования.

Регистрация на оперативность тушения изменяется по двухчленной формуле

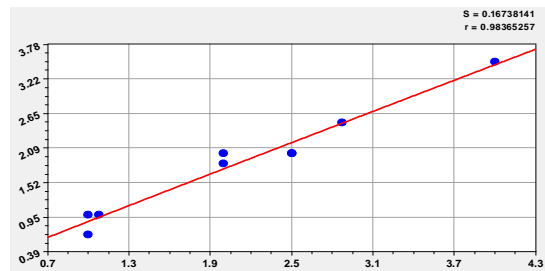
$$\eta = 78,09888 \exp(0,00029588\tau_p) - 1,91091 \cdot 10^{-6} \tau_p^{2,19694} . \quad (20)$$

В начале кризиса оперативность тушения была высокой и это свидетельствует о реакции людей на надвигающийся кризис: у населения происходит автоматическое повышение ответственности за природные ресурсы. Во времена дефолта 1998-1999 гг. оперативность тушения резко упала. А с 2001 г. показатель начинает возрастать (рис. 6).

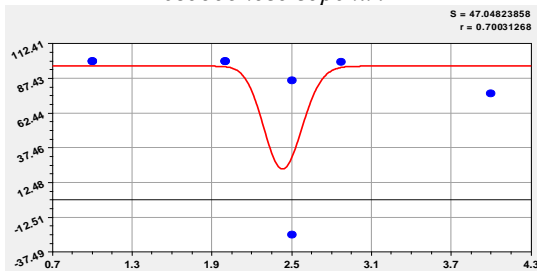
Регистрация на период между пожарами также изменяется сложно:



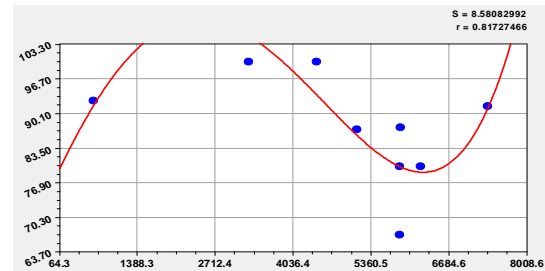
период пожара на период свободного горения



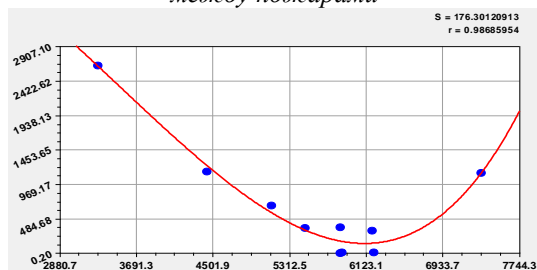
период пожара ан период тушения



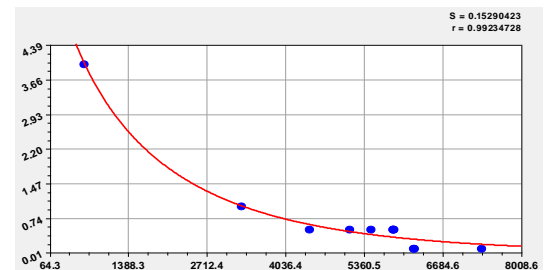
период пожара на долю покоя между пожарами



регистрация на оперативность тушения



регистрация на период между пожарами



регистрация на площадь лесного пожара

Рисунок 6. Графики сильных факторных связей по лесным пожарам на лесном квартале 30

Регистрация на площадь лесного пожара за 11 лесных пожаров дало в динамике снижение по закону экспоненциальной гибели

$$T_n = 4365,4335 \exp(0,00027663\tau_p) -$$

$$0,0087494\tau_p^{1,69821} . \quad (21)$$

Этот показатель дает характеристику поведения пожарных: до кризиса 1998 г. преобладает вторая составляющая модели (21) и поэтому пожары учащаются. После 1998 до 2002 г. период между пожарами начинает возрастать. Таким образом, можно сделать важный вывод о том, что улучшение жизненных условий населения влияет и на пожарных. Они начинают более ответственно обращаться с лесными пожарами, поэтому всё это поведение откликается на поведение самого лесного квартала.

Таким образом, лесные пожары в каждом квартале оставляют надолго отметины, которые нужно изучать досконально биологическими и техническими методами. Ведь сведения о самих лесных пожарах мало дают полезной научной информации, а обследование мест пожаров на сильно пораженном лесном квартале откроет новые свойства поведения лесной среды (лесной экосистемы). А это, в свою очередь, даст принципиально новые способы применения природных сил самой лесной среды в борьбе против возникновения новых лесных пожаров.

$$S = 7,00251 \exp(-0,0040954\tau_p^{0,76066}) . \quad (22)$$

Модель (22) оказалась единственной для этого квартала 30. По остальным лесным кварталам закономерности типа $S = f(\tau_p)$ оказались с коэффициентом корреляции менее 0,7. По формуле (22) в начале регистрации при $\tau_p = 0$ получаем $S_0 = 7$ га.

7. Квартал 44 Яльчинского лесничества ФЗ4
Из восьми строк три имеют прочерки, поэтому полнота таблицы 8 и таблицы 9 составляет 62,50%.

Таблица 8.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 44

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
21.04.1986	-	17:00	19:00
06.05.1990	11:00	11:15	12:00
28.07.1992	5:00	5:30	9:00
28.07.1992	5:00	5:30	6:00
26.06.1993	-	14:47	15:00
07.07.1993	-	19:08	20:00
16.09.1998	18:30	19:20	21:00
13.06.2007	14:35	14:35	16:35

Таблица 9.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 44

Время регистрац. пожара τ_p , сут.	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара s , ар
1360	-	-	2.00	-	-	-	-	1
2836	1476	1.00	0.75	0.25	75.00	0.07	99.93	1
3649	813	4.00	3.50	0.50	87.50	0.49	99.51	1
3649	0	1.00	0.50	0.50	50.00	-	-	0.5
3943	294	-	0.22	-	-	-	-	0.3
3954	11	-	0.87	-	-	-	-	1
5853	1899	2.50	1.67	0.83	66.80	0.13	99.87	2
8943	3090	2.00	2.00	0	100.00	0.06	99.94	1
Сумма	7583	-	11.51	-	-	-	-	7.80

Графики закономерностей даны на рисунке 7.

На лесном квартале 44 общий период измерений $T_{изм}$ равен 7583 суток, что больше предыдущих трех кварталов 27, 70 и 30. За срок почти 21 год на лесном квартале 44 произошло восемь лесных пожаров.

Период пожара на оперативность тушения определяется формулой

$$\eta = 0,22764 \exp(1,47647T) + 2339,0465T^{5,88602} \exp(-3,63840T). \quad (23)$$

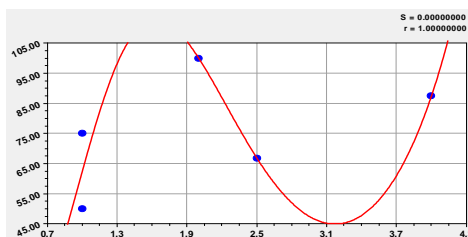
Характер оперативности тушения повторяет картину, которая была на квартале 27 по формуле (2). Это факт указывает на то, что некоторые квартала подобны по поведению друг другу.

Такое подобие является предметом других (фрактальных) исследований.

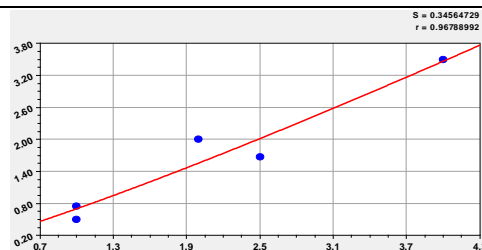
Период пожара на период тушения снова определяется формулой

$$T_m = 0,77916T^{1,07775}. \quad (24)$$

Разные квартала различаются не по конструкции формулы (26), а уровнем адекватности по коэффициенту корреляции. Поэтому этот показатель может быть применен для сопоставления лесных кварталов, сильно пораженных лесными пожарами.



период пожара на оперативность тушения



период пожара на период тушения

Рисунок 7. Графики сильных связей по пожарам на квартале 44

Показатель период лесного пожара характеризует качество функционирования лесопожарной службы лесничества.

8. Квартал 52 Яльчинского лесничества ФЗ4

Исходные данные даны в таблице 10, а расчетные показатели по предыдущим формулам приведены в таблице 11.

Таблица 10.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 52

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
07.08.1985	-	16:50	19:50
09.06.1986	-	16:08	18:30
04.08.1996	9:30	9:30	10:30
14.08.1996	16:30	16:30	17:30
27.05.1998	-	22:00	23:00
23.07.2003	14:20	14:20	18:00
26.05.2004	18:20	18:50	20:50
03.06.2007	10:00	10:15	11:00
05.05.2010	16:00	16:05	20:00

Таблица 11.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 52

Время регистрац. пожара τ_p , сут.	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара s , ар
1103	-	-	3.00	-	-	-	-	2
1409	306	-	2.37	-	-	-	-	1
5118	3709	1.00	1.00	0	100.00	0.03	99.97	0.5
5128	10	1.00	1.00	0	100.00	10	90	1
5779	651	-	1.00	-	-	-	-	1
7662	1883	3.67	3.67	0	100.00	0.19	99.81	4
7970	308	2.50	2.00	0.50	80.00	0.81	99.19	1
9073	1103	1.00	0.75	0.25	75.00	0.09	99.91	1
10140	1067	4.00	3.92	0.08	98.00	0.37	99.63	5
Сумма	9037	-	18.71	-	-	-	-	16.50

Полнота данных равна $100 \times 6 / 9 = 66,67\%$.

На лесном квартале 52 общий период измерений $T_{изм}$ равен 9037 суток, что больше всех предыдущих

четырёх кварталов 27, 70, 30 и 44. За почти 25 лет на лесном квартале 52 произошло 9 лесных пожаров.

График закономерности дан на рисунке 8.

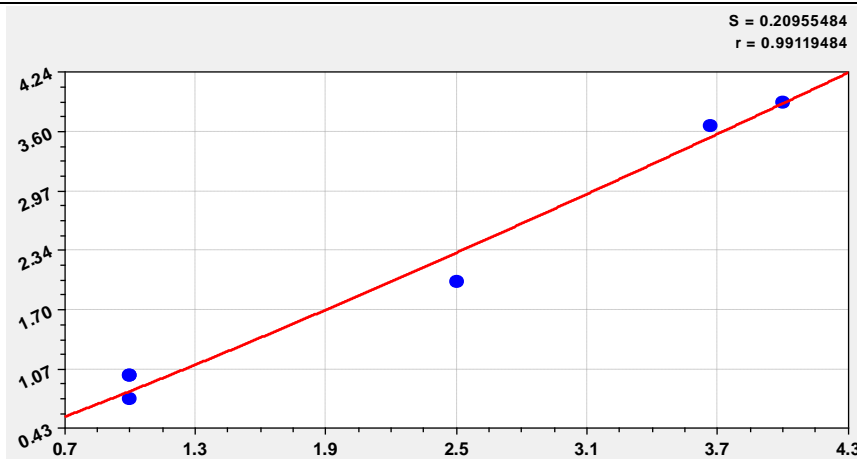


Рисунок 8. Влияние периода пожара на период тушения на кв. 52

Период пожара на период тушения выявляется закономерностью

$$T_m = 0,83019T^{1,11676} . \quad (25)$$

Это лесной квартал характеризуется всего одной закономерностью. Остальные модели имеют адекват-

ность менее 0,7. Такое выделение моделей резко сокращает объем вычислений и позволяет рассматривать только сильные статистические модели.

9. Квартал 45 Яльчинского лесничества ФЗ4

Из 10 строк две имеют прочерки (табл. 12 и табл. 13), поэтому полнота данных равна 80%.

Таблица 12.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 45

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
24.08.1988	-	16:02	16:26
27.09.1989	15:10	16:00	18:00
27.07.1992	23:00	23:15	24:00
28.07.1992	5:35	5:40	9:00
28.07.1992	5:30	5:40	9:30
26.06.1995	16:45	17:00	17:30
12.06.1998	-	17:00	18:00
28.07.2001	13:20	13:20	17:20
10.08.2003	17:30	17:30	21:30
01.08.2004	14:20	14:20	17:00

Таблица 13.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 45

Время регистрац. пожара τ_p , сут.	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , Ч	Период свободного горения ΔT , Ч	Оперативность тушения η , %	Удельный Период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ς , %	Площадь пожара s , ар
2216	-	-	0.40	-	-	-	-	1
2615	399	2.83	2.00	0.83	70.67	0.71	99.29	1
3648	33	1.00	0.75	0.25	75.00	3.03	96.97	1
3649	1	3.42	3.33	0.09	97.37	342	-242	1
3649	0	4.00	3.83	0.17	95.75	-	-	1
4713	1064	0.75	0.50	0.25	66.67	0.07	99.93	0.5
5795	1082	-	1.00	-	-	-	-	0.5
6937	1142	4.00	4.00	0	100.00	0.35	99.65	1
7680	743	4.00	4.00	0	100.00	0.54	99.46	2
8046	366	2.67	2.67	0	100.00	0.73	99.27	1
Сумма	4830	-	22.48	-	-	-	-	10.00

На лесном квартале 45 общий период измерений $T_{изм}$ снизился и стал равным 4830 суток, что равно 16

лет. На лесном квартале 45 произошло 10 лесных пожаров. Графики даны на рисунке 9.

Период пожара на оперативность тушения дается формулой

$$\eta = 0,025367 \exp(1,39328T) + 72,34670T^{0,17458} . \quad (26)$$

В этом лесном квартале имеются два закона роста – экспоненциального (первая составляющая) и показательного (второй член).

Оперативность тушения для 10 пожаров на кв. 45 постоянно нарастала.

Период пожара на период тушения снова получил выражение

$$T_m = 0,67125T^{1,27487} . \quad (27)$$

Регистрация на период свободного горения определилась формулой

$$\Delta T = 27,83786 \exp(-0,0013491\tau_p) . \quad (28)$$

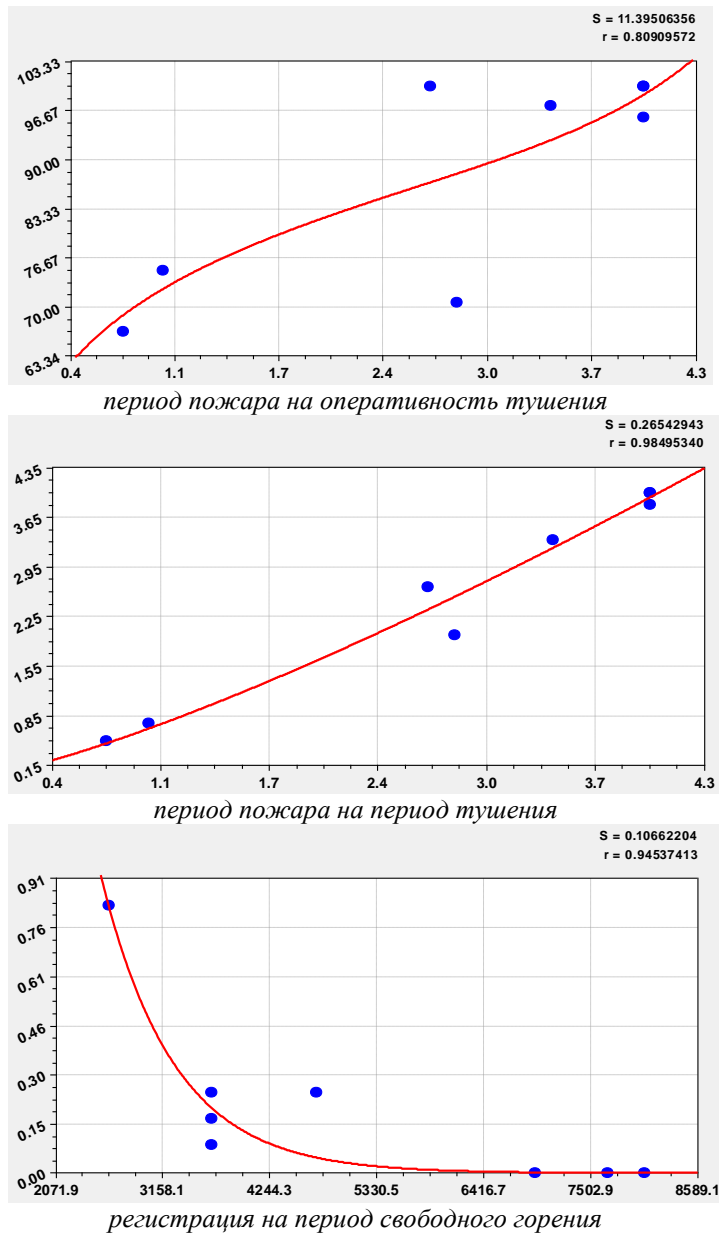


Рисунок 9. Сильные связи по лесным пожарам на лесном квартале 45

На этом квартале персонал пожарной службы работал с сокращением времени между регистрацией и началом тушения. По сильно пораженным лесным кварталам можно оценивать качество функционирования пожарной службы лесничества.

10. Квартал 68 Яльчинского лесничества Ф34

По этому лесному кварталу данные приведены в таблице 14 и таблице 15. На лесном квартале 68 общий период измерений $T_{изм}$ снизился.

Полнота данных равна $100 \times 5 / 6 = 83,33\%$.

Он стал равным 4041 суток, что почти 11 лет. На лесном квартале 68 произошло шесть лесных пожаров.

График закономерности дан на рисунке 10.

Таблица 14

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 68

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
27.05.1991	13:25	13:32	17:00
01.05.1996	15:45	15:55	17:00
03.05.1996	15:50	16:30	19:00
02.05.1998	-	11:17	12:10
28.04.2002	12:30	12:40	15:40
19.06.2002	16:20	16:25	18:20

Таблица 15.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 68

Время регистрац. пожара τ_p , сут.	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , Ч	Период свободного горения ΔT , ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара S , ар
3222	-	3.58	3.47	0.11	96.93	-	-	3
5023	1801	1.25	1.08	0.17	86.40	0.07	99.93	1
5025	2	3.17	2.50	0.67	78.86	158.5	-58.5	5
5755	730	-	0.88	-	-	-	-	1
7211	1456	3.17	3.00	0.17	94.64	0.22	99.78	2
7263	52	2.00	1.92	0.08	96.00	3.85	96.15	1
Сумма	4041	-	12.85	-	-	-	-	13.00

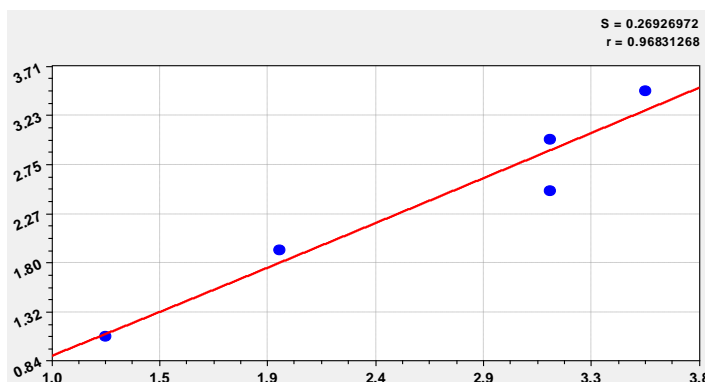


Рисунок 10. Влияние периода пожара на период тушения на кв. 68

Период пожара на период тушения снова дается формулой

$$T_m = 0,87766T^{1,03348} \quad (29)$$

Других сильных связей на этом лесном квартале нет.

11. Квартал 22 Кленовогорского лесничества Ф35

По последнему пораженному лесными пожарами лесному кварталу данные даны в таблице 16, а данные для моделирования приведены в таблице 17.

Полнота данных равна $100 \times 5 / 6 = 83,33\%$.

Таблица 16.

Исходные данные по лесным пожарам на квартале 22

Дата	Моменты времени, ч : мин		
	Обнаружение пожара $\tau_{об}$	Начало тушения $\tau_{нт}$	Окончание тушения $\tau_{ок}$
23.04.1988	12:50	12:55	13:05
08.05.1988	14:30	14:45	15:05
05.05.1993	-	15:33	16:20
02.06.1993	10:10	10:20	11:10
08.05.1996	14:45	14:45	15:30
31.07.2010	12:15	12:35	13:05

На лесном квартале 22 Ф35 период измерений $T_{изм}$ равен 9256 суток, т.е. почти 22 года. Здесь произошло 6 лесных пожаров. Графики даны на рисунке 11.

Таблица 17.

Расчетные показатели по лесным пожарам квартала 22

Время регистрац. пожара τ_p , сут.	Период между пожарами T_n , сут.	Период пожара T , ч	Период тушения пожара T_m , Ч	Период свободного горения ΔT , Ч	Оперативность тушения η , %	Удельный период пожара ϑ , %	Доля покоя между пожарами ζ , %	Площадь пожара s , ар
1727	-	0.25	0.17	0.08	68.00	-	-	1
1742	15	0.58	0.33	0.25	56.90	3.87	96.13	25
3602	1860	-	0.78	-	-	-	-	2
3630	28	1.00	0.83	0.17	83.00	3.57	96.43	1
4701	1071	0.75	0.75	0	100.00	0.04	99.96	1
9898	5197	0.83	0.50	0.33	60.24	0.01	99.99	0.75
Сумма	8171	-	3.36	-	-	-	-	30.75

Период пожара на оперативность тушения определяется формулой

$$\eta = 40,49221 \exp(-872,06603T^{5,80084}) + 106,92570T^{0,74220} \quad (30)$$

На этом квартале по первой составляющей формулы (30) наблюдается постоянный спад оперативности тушения. Но люди по второй составляющей показательного закона сопротивляются, стараясь повысить оперативность тушения.

В итоге нужно проанализировать биологические параметры лесной среды квартала 22, чтобы понять естественную тенденцию по первой составляющей формулы (30).

Период пожара на период тушения снова дается уравнением вида

$$T_m = 0,80953T^{1,24439} \quad (31)$$

Регистрация на долю покоя между пожарами влияет по формуле

$$\zeta = 76,63175 + 8,39575\tau_p^{0,11161} \quad (32)$$

Интересно отметить, что формула (32) показывает. Что всегда существует постоянное значение промежутка времени между пожарами 76,63%.

Регистрация на период между пожарами влияет по уравнению вида

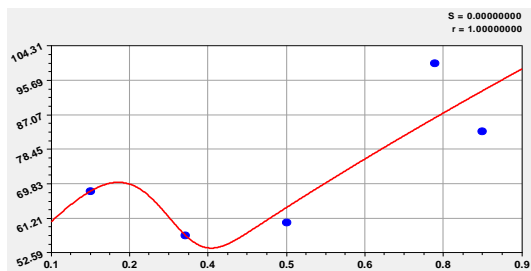
$$T_n = 0,0014225\tau_p^{1,63119} \quad (33)$$

На квартале 22 происходит рост показателя по показательному закону.

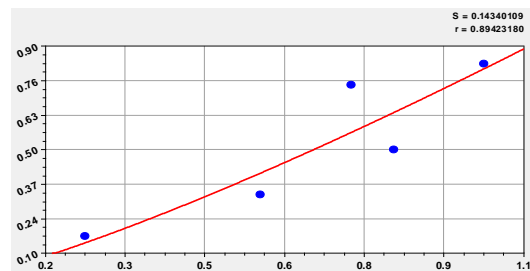
Регистрация на период пожара определяется формулой

$$T = 9,35720 \cdot 10^{-6} \exp(0,0010306\tau_p) + 1,62713 \cdot 10^{-11} \tau_p^{3,42560} \exp(-0,00090100\tau_p) \quad (34)$$

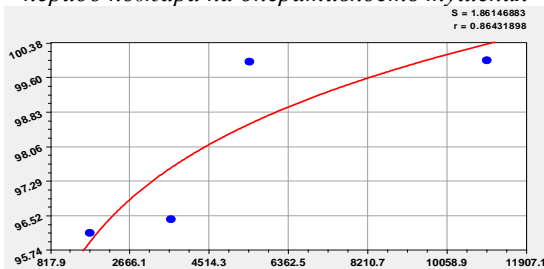
Видно, что предыдущие статистические модели являются фрагментами общего уравнения (1).



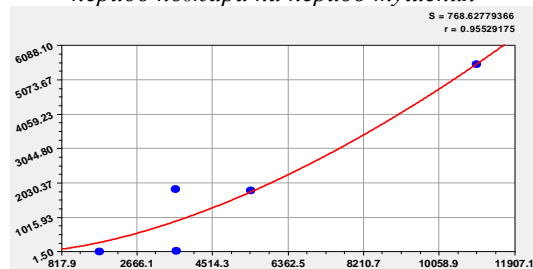
период пожара на оперативность тушения



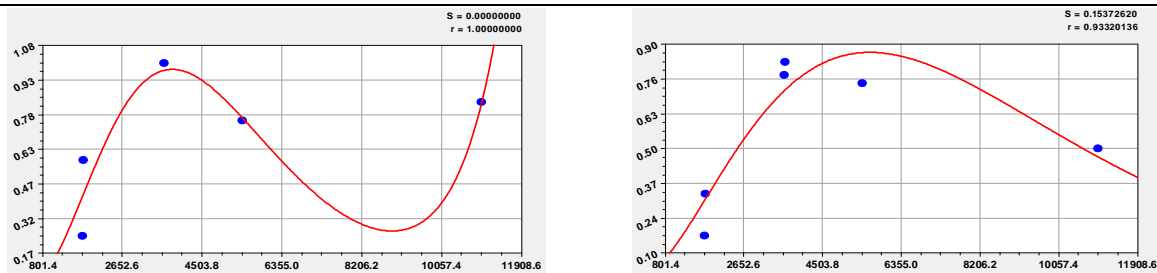
период пожара на период тушения



регистрация на долю покоя между пожарами



регистрация на период между пожарами



регистрация на период пожара

регистрация на период тушения

Рисунок 11. Графики сильных факторных связей по лесным пожарам на лесном квартале 22

Регистрация на период тушения влияет по закономерности вида

$$T_m = 6,54759 \cdot 10^{-8} \tau_p^{2,14816} \exp(-0,00038129 \tau_p^{1,00041}) \quad (35)$$

Максимум периода тушения наблюдался в 1997-1998 гг., то есть снова в период системного социально-экономического кризиса страны.

12. Рейтинг кварталов и факторных связей

В таблице 18 даны коэффициенты корреляции не менее 0,7 у тех закономерностей, которые относятся к сильным факторным связям.

Таблица 18.

Адекватность статистических моделей по коэффициенту корреляции $\geq 0,7$

Вид формулы	Пораженные пожарами квартала и функциональные зоны								Сумма Σr	Место I_f
	27 Ф33	70 Ф33	30 Ф34	44 Ф34	52 Ф34	45 Ф34	68 Ф34	22 Ф35		
$\eta = f(T)$	0,9592	1,0000	0	1,0000	0	0,8091	0	1,0000	4,7683	2
$\Delta T = f(T)$	0,8788	0,8205	0,7056	0	0	0	0	0	2,4049	6
$T_m = f(T)$	0,9999	0,9945	0,9837	0,9679	0,9912	0,9850	0,9683	0,8942	7,7847	1
$T = f(\Delta T)$	0,7582	0	0	0	0	0	0	0	0,7582	12
$\eta = f(\tau_p)$	0,9235	0	0,8173	0	0	0	0	0	1,7408	8
$T = f(\tau_p)$	0,9878	0,9548	0	0	0	0	0	1,0000	2,9426	3
$\Delta T = f(\tau_p)$	0	0,7189	0	0	0	0,9454	0	0	1,6643	9
$T_m = f(\tau_p)$	0,9903	0,7910	0	0	0	0	0	0,9332	2,7145	4
$S = f(\tau_p)$	0	0	0,9923	0	0	0	0	0	0,9923	10
$\zeta = f(\tau_p)$	0	1,0000	0,7003	0	0	0	0	0,8643	2,5646	5
$\vartheta = f(\tau_p)$	0	0,9900	0	0	0	0	0	0	0,9900	11
$T_n = f(\tau_p)$	0	0	0,9869	0	0	0	0	0,9553	1,9422	7
Сумма Σr	6,4977	7,2697	5,1861	1,9679	0,9912	2,7395	0,9683	5,6470	31,2674	
Место $I_{кв}$	2	1	4	6	7	5	8	3		

В итоге на восьми сильно пораженных пожарами лесных кварталах образовались 12 биотехнических закономерностей.

13. Параметры лесных кварталов

Эти параметры приведены в таблице 19.

Таблица 19.

Параметры статистических моделей лесных кварталов от 01.08.1982

Параметры модели	Пораженные пожарами квартала и функциональные зоны							
	27 Ф33	70 Ф33	30 Ф34	44 Ф34	52 Ф34	45 Ф34	68 Ф34	22 Ф35
Полнота данных, %	66,67	83,33	81,82	62,50	66,67	80,00	83,33	83,33
Место по адекватности	2	1	4	6	7	5	8	3
Начало регистрации, сутки	3648	2835	6431	1360	1103	2116	3222	1727
Доля начала измерений, %	34,40	26,73	60,64	12,82	10,40	19,95	30,38	16,28
Конец регистрации, сутки	4282	8281	7339	8943	10140	8046	7263	9898
Период измерений, сутки	634	5446	6696	7583	9037	4830	4041	8917
Доля периода измерений, %	5,98	51,35	63,14	71,50	85,21	45,54	38,10	84,08
Количество пожаров, шт.	9	6	11	8	9	10	6	6
Период пожаров, сутки	70	908	609	948	1004	483	674	1486
Количество моделей, шт.	8	9	7	2	1	3	2	6

Полнота исходных данных наибольшая у кварталов 70, 68 и 22. Поэтому математически корректно сравнивать между собой те лесные квартала, которые имеют полноту данных не менее 80%.

Доля периода измерений вычисляется как отношение периода измерений к количеству строк с 01.08.1982 по 13.08.2011, то есть к 10605 суткам.

На рисунке 12 показана схема распределения общего периода измерений у каждого из восьми пожаров на шкале времени по годам.

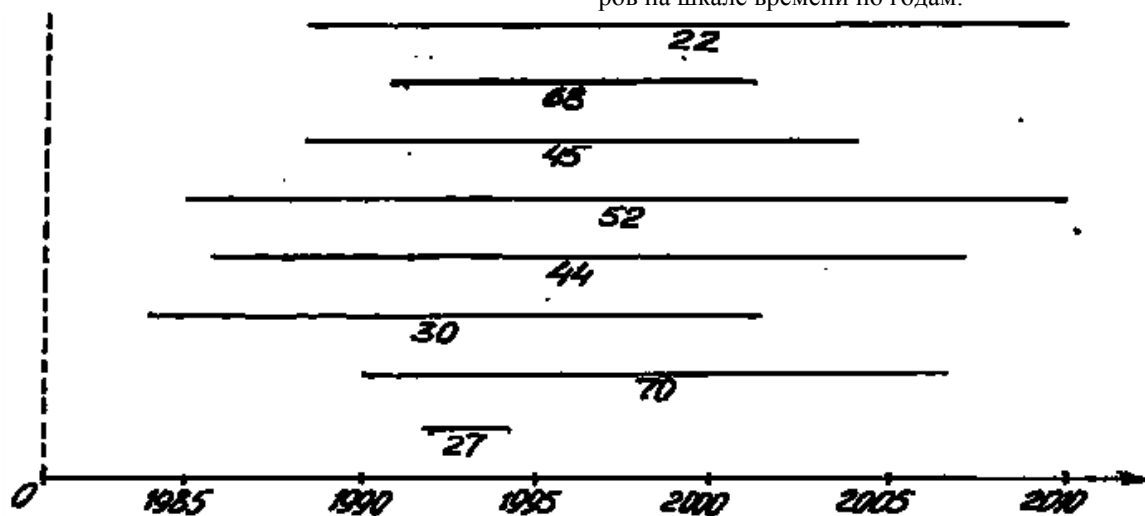


Рисунок 12. Схема распределения периода измерений у 8 кварталов

Из данных таблицы 18 видно, что наиболее адекватны 9 сильных статистических моделей по кварталу 70 с шестью пожарами, расположенной на территории Ф33 - *зоне экстенсивного рекреационного использования*.

На Ф31 и Ф32 сильно пораженных пожарами лесных кварталов нет.

На втором месте по рейтингу занимает квартал 27 из Ф33. однако у него очень короткая история пожаров – всего два года и за это время произошло 9 пожаров (частота 4-5 пожаров за год).

Почему так часты пожары – это тема для особых исследований.

Поэтому эталоном для сопоставления с другими предприятиями становится квартал 70.

Можно дать оценку функциональным зонам:

Ф33 – природные силы лесной среды не до конца нарушены и поэтому наблюдается много сильных факторных связей (до 9) из-за преобладания биологического поведения лесных деревьев;

Ф34 – природные силы сильно погашены и биологическое поведение деревьев хаотичное (нарушены популяционные связи между ними), но антропогенные воздействия еще не сильно влияют на лесную среду (из-за разного соотношения природного и человеческого факторов сильные связи наблюдаются в количестве от 1 до 7);

Ф35 - природные силы подавлены и заменены на функционирование лесных деревьев по лесохозяйственным правилам поведения человека (чаще всего самих лесников), поэтому наблюдается только техническое поведение лесного квартала как отдельных деревьев вне связей популяционной динамики (технократическое поведение лесных деревьев дает 6 сильных связей).

14. Заключение

Предлагаемый способ обладает простотой реализации. По фактическим прошлым многолетним данным о лесных пожарах на конкретной территории остается выбрать те лесные квартала, на которых за многолетний период произошли более 5 лесных пожаров.

После этого составляется таблицы типа 1-16, а данные подвергаются физико-математическому анализу с выявлением устойчивых биотехнических закономерностей, которые все подчиняются общему уравнению (1).

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 сильно пораженных пожарами лесных кварталов, экологического и технологического (пожаротушения) мониторинга.

Результаты физико-математического анализа лесных кварталов, пораженных за многолетний период более пяти лесными пожарами, позволит ежегодно оценивать качество работы пожарной службы лесничества. Для этого нужно выделить сильно пораженные лесными пожарами лесные квартала и по ежегодным записям в книге учета лесных пожаров дополнять статистические данные параметрами новых лесных пожаров. Затем измененную статистическую выборку повторно идентифицировать формулой (1).

Итерация моделирования выполняется после каждой новой записи о пожаре на данном сильно пораженном пожарами лесном квартале.

Влияние закономерностей на оценку качества работы пожарной службы заставит повысить точность измерений времени (например, от часов перейти к ми-

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.

<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.

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 квартала, находящиеся на территории одного лесничества, за многолетний период подверженные хотя бы одному лесному пожару. Пораженные квартала 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