

А.В. Кузовлев
(Воронежский институт ГПС МЧС России;
e-mail: kuzovlev@mail.ru)

О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведена комплексная оценка деятельности структурных подразделений Государственной противопожарной службы Воронежской области. Проанализированы пути повышения уровня пожарной безопасности.

Ключевые слова: подразделения, материальный ущерб, гибель, травмирование.

A.V. Kuzovlev **ABOUT INCREASING OF LEVEL OF FIRE SAFETY IN THE VORONEZH REGION**

Complex evaluation activity of structural subdivisions of the state fire service of Voronezh region was carried. Analysis of ways of increasing of level of fire safety.

Key words: subdivisions, material damage, loss of life, traumatizing.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 января 2014 г.

Государственная противопожарная служба Воронежской области состоит из 39 районных подразделений ГПС. Деятельность каждого районного подразделения ГПС характеризуется следующими параметрами:

- количество пожаров (K);
- размер материального ущерба в *тыс.* руб. (M);
- число погибших (I);
- число получивших травмы различной степени тяжести (T).

С учётом этих параметров проведём интегральную оценку каждой районной службы. Данные о пожарах за период с 2008 г. по 2012 г. по Воронежской области приведены в табл. 1. Для сопоставимости этих данных приведем их в относительном виде, осуществив пересчет на 10 *тыс.* человек населения конкретной административно-территориальной единицы, для чего разделим все данные табл. 1 на численность населения соответствующего района в десятках тысяч.

Обзор методов, применяемых для комплексных оценок систем различной природы, приведён в [2, 8, 9]. Проведение комплексных оценок связано с построением матриц различной природы, размерность которых часто совпадает с количеством объектов оценки (например, метод, основанный на использовании матрицы потерь или же на использовании медианы Кемени). Учитывая, что в рассматриваемом случае приходится иметь дело с большим массивом объектов (39 структурных единиц), приходится констатировать, что данные алгоритмы будут весьма трудоемки.

Данные о пожарах в Воронежской области в 2008-2012 гг.

Районы	2008				2009				2010				2011				2012			
	К	М	П	Т	К	М	П	Т	К	М	П	Т	К	М	П	Т	К	М	П	Т
Центральный р-н г.Воронежа	83	1144	11	6	75	198	7	6	70	267	0	3	78	224	5	8	73	954	6	4
Железнодорожный р-н г. Воронеж	141	5292	15	13	98	262	9	4	118	8757	12	12	105	306	9	13	122	3740	4	15
Коминтерновский р-н г. Воронеж	259	3657	9	18	198	230	13	18	198	2636	11	16	172	4043	8	15	139	400	6	16
Левобережный р-н г. Воронеж	184	4269	23	12	169	346	11	20	146	2508	9	17	148	7	8	11	118	193	8	9
Ленинский р-н г. Воронеж	108	2012	3	18	86	635	4	4	79	1036	3	6	76	480	3	5	78	223	4	11
Советский р-н г. Воронеж	170	3524	7	23	152	485	12	14	142	1670	6	10	149	6129	4	18	132	14339	9	12
Аннинский	82	3397	8	4	106	157	11	6	89	10	12	0	88	0	6	6	60	524	5	3
Бобровский	111	5204	12	8	110	2000	12	5	92	5138	10	5	74	2255	9	5	64	2711	3	2
Богучарский	61	2848	6	7	61	849	5	5	64	2196	10	6	68	1216	3	6	57	6284	4	5
Борисоглебский	101	6643	15	10	94	608	6	10	96	216	13	9	78	31009	5	7	84	8803	7	8
Бутурлиновский	42	1729	5	3	43	77	10	2	63	980	10	2	60	268	5	0	56	5410	12	1
Верхнемамонский	33	603	4	1	34	242	4	1	26	247	4	4	36	0	3	0	39	436	3	2
Верхнехавский	54	1729	4	3	73	849	6	2	62	829	4	6	47	497	5	4	50	481	4	8
Воробьевский	35	825	2	5	38	299	3	4	42	145	0	2	21	641	2	1	25	389	2	2
Грибановский	51	1805	8	3	55	25	4	1	63	0	4	3	48	0	3	2	48	0	4	0
Калачеевский	88	4502	9	7	85	1715	7	6	66	8299	6	5	58	834	3	6	60	2266	11	7
Каменский	15	874	2	1	21	825	9	0	20	648	2	0	26	1545	3	2	19	7165	1	0
Кантемировский	53	2177	5	1	60	135	9	5	68	201	5	1	63	8	4	4	56	4853	4	5
Каширский	70	4014	3	7	70	835	6	7	85	2066	5	10	63	2496	11	8	67	1492	7	10
Лискинский	190	8137	11	9	174	2352	19	17	183	5421	4	21	161	3376	10	24	157	10958	15	8
Нижнедевицкий	36	859	3	3	35	0	5	4	38	20	6	0	31	30	6	2	30	0	4	1

Районы	2008				2009				2010				2011				2012			
	К	М	П	Т	К	М	П	М	К	М	П	М	К	М	П	М	К	М	П	М
Новоусманский	119	4114	11	5	124	521	7	5	120	8170	13	3	100	0	5	5	83	0	8	7
Новохоперский	65	1620	4	0	46	964	3	0	62	215	10	6	64	921	6	1	70	5742	9	5
Ольховатский	24	595	1	0	23	218	2	2	23	15	1	1	29	253	5	2	30	236	3	2
Острогожский	100	6391	11	9	102	155	8	3	90	39	5	2	75	66	7	4	74	80	11	5
Павловский	85	5933	8	23	92	2054	6	11	85	558	8	17	75	238	6	8	78	164	3	13
Панинский	37	475	2	1	45	1258	4	2	40	810	3	1	40	2065	3	6	30	486	4	1
Петропавловский	30	849	2	3	37	164	4	6	36	393	5	4	27	23	1	2	41	5085	3	5
Поворинский	36	3604	5	8	68	121	6	4	58	3	4	1	39	28	4	0	38	14	2	0
Подгоренский	29	224	4	2	28	0	6	3	43	2109	0	1	39	213	3	2	40	8	1	5
Рамонский	53	2096	6	2	59	66	5	0	63	3905	5	3	69	26445	7	3	73	1238	1	2
Репьевский	28	844	6	3	29	1943	3	0	24	719	0	0	28	1410	2	0	20	165	2	2
Россошанский	103	11463	7	9	96	206	7	6	99	50	8	9	76	833	6	10	78	0	6	11
Семилукский	129	2447	16	4	129	504	12	9	127	2418	13	5	104	575	13	3	102	488	8	7
Таловский	67	2486	4	0	71	1042	11	0	72	889	2	1	66	7053	4	3	59	2988	7	0
Терновский	58	2579	5	3	73	107	6	0	58	588	3	5	45	667	6	0	42	2528	0	1
Хохольский	56	1092	6	0	55	84	7	2	58	72	6	0	58	0	6	0	61	0	2	0
Эртильский	41	1353	12	7	51	32	5	8	63	233	9	4	53	38	11	5	42	816	4	3
г. Нововоронеж	18	0	4	1	16	131	0	2	23	120	5	2	21	42	1	1	22	226	1	0
всего по г. Воронежу	945	19897	68	90	778	2161	56	66	753	16875	41	64	728	11190	37	70	662	19849	37	67
по районам	2100	93511	211	152	2203	20539	218	138	2201	47721	195	139	1930	85045	174	132	1855	72034	161	131
всего	3045	113408	279	242	2981	22694	274	204	2954	64596	236	203	2658	96235	211	202	2517	91883	198	198

Другой особенностью применения данных методов является трудность интерпретации полученных результатов, так как полученная оценка в виде числа будет мало информативна и нуждается в дальнейшей конкретизации. Это связано с тем, что оценка деятельности любых социально-экономических систем, как правило, осуществляется на уровне вербальных характеристик типа: "хорошо", "плохо" и т.п.

Учитывая эти особенности изучаемой проблемы, предлагается, вместо операции приведения величин к безразмерному виду, провести оценку этих величин по качественной шкале, более привычной для лиц, принимающих решения.

В таких моделях сверток всегда достаточно сложным является вопрос о выборе значений, соответствующих оценкам "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "плохо". В данном случае выбор граничных значений может быть обусловлен следующими обстоятельствами: выбор наилучшего значения достаточно очевиден: наилучшим значением будет являться 0, то есть отсутствие ущерба, погибших и травмированных. В качестве удовлетворительных значений могут быть использованы значения из общероссийской статистики, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Абсолютные показатели ущерба от пожаров

Показатели \ Год	2008	2009	2010	2011	2012
Число пожаров на 10 тыс. чел.	14,11	13,21	12,58	11,79	11,36
Материальный ущерб, млн руб. на 10 тыс. чел.	0,86	0,77	1,23	1,21	1,00
Погибшие на 10 тыс. чел.	1,07	0,98	0,91	0,84	0,81
Травмированные на 10 тыс. чел.	0,9	0,93	0,92	0,87	0,83

Дальнейшее построение шкалы лингвистических переменных достаточно очевидно: отличные значения будут находиться в окрестности нулевой точки, удовлетворительные – в точке, соответствующей общероссийским статистическим показателям. Окрестность точки будет определяться с учетом погрешности получения статистической информации, то есть 5 %. Соответствующие данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Относительные показатели ущерба от пожаров

Показатели \ Оценка	Плохо	Удовл.	Хорошо	Отлично
Число пожаров на 10 тыс. чел.	> 15	11-15	6-10	< 6
Материальный ущерб, млн руб. на 10 тыс. чел.	> 2	1,3-2	0,8-1,2	< 0,7
Погибшие на 10 тыс. чел.	> 2	1,3-2	0,8-1,2	< 0,7
Травмированные на 10 тыс. чел.	> 2	1,3-2	0,8-1,2	< 0,7

С учетом данных табл. 3, получим значения лингвистических оценок для всех объектов.

В целях получения интегральной оценки воспользуемся алгоритмом матричных сверток, описанных в [2, 8, 9].

Следует отметить, что основным требованием при формировании матриц логической свертки является взаимная независимость используемых критериев, то есть отсутствие мультиколлинеарности. В рассматриваемом случае показатель "количество пожаров" имеет связь с другими критериями, превышающую допустимую, следовательно, данный критерий должен быть исключен из рассматриваемой модели. Таким образом, остается только три критерия оценки: размер материального ущерба (M), число погибших (Π) и число травмированных (T). Причем число погибших и травмированных образуют агрегированный показатель, называемый *социальным ущербом* (C).

Для свертки критериев число погибших (Π) и травмированных (T) используется матрица свертки, приведенная на рис. 1, а для свертки критериев материального (M) и социального (C) ущерба используется матрица, приведенная на рис. 2.

4	2	3	4	4
3	1	2	3	3
2	1	2	3	3
1	1	1	1	2
T Π	1	2	3	4

Рис. 1. Относительная оценка травмированных и погибших

4	2	3	4	4
3	2	2	3	3
2	1	2	3	3
1	1	1	2	2
C M	1	2	3	4

Рис. 2. Относительная оценка социального и материального ущерба

Матрица на рис. 1 отражает общественные приоритеты, так при критическом положении по числу погибших и травмированных приоритет отдается обоим критериям. При удовлетворительном положении с числом травмированных приоритет имеет показатель "число погибших", поскольку состояние с хорошей оценкой по числу травмированных и удовлетворительной по числу погибших оценивается как удовлетворительное, а обратная картина (оценка "хорошо" по числу погибших и "удовлетворительно" по числу травмированных) характеризуется оценкой "хорошо". С ростом показателя, характеризующего число погибших, приоритет смещается в сторону показателя числа трав-

мированных, поскольку оценку "отлично" можно достичь только при оценке "отлично" по числу травмированных (при этом возможна оценка "хорошо" по числу погибших). Получив оценку социального ущерба, можно построить матрицу свертки для интегральной оценки уровня пожарной безопасности. Вариант построения такой оценки приведен на рис. 2.

При формировании матрицы рис. 2 исходили из представлений о том, что в кризисной ситуации с материальным и социальным ущербом приоритет имеют оба показателя. При удовлетворительном или хорошем значении этих показателей приоритет смещается в сторону материального ущерба. В тех случаях, когда достигнуты высокие оценки уровня пожарной безопасности (хорошо или отлично), приоритет снова имеет показатель социального ущерба.

Интегральные оценки ущерба в районах представлены на рис. 3.

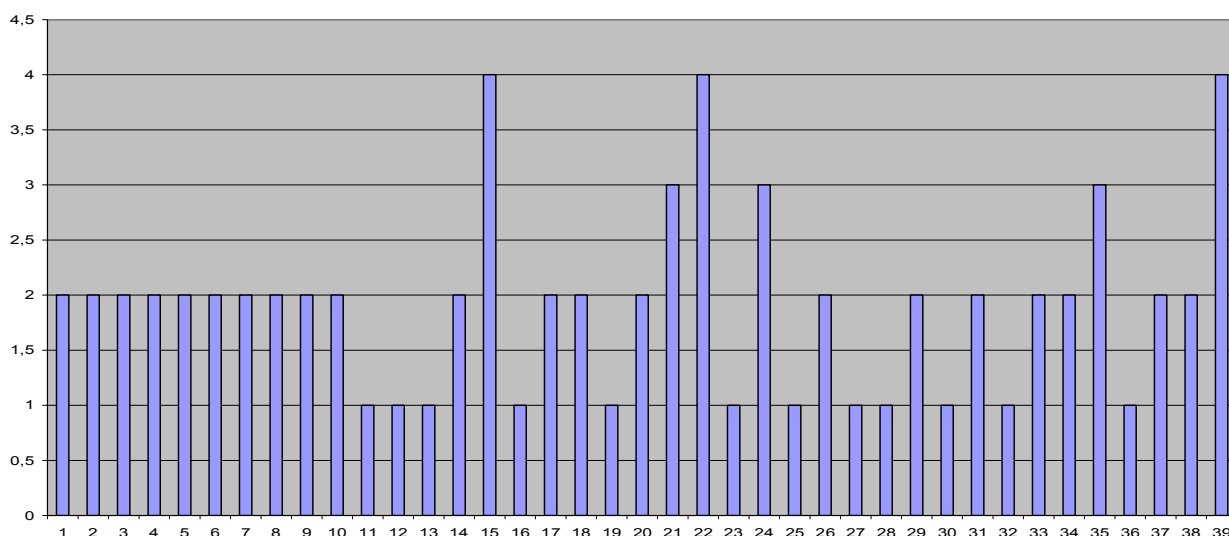


Рис. 3. Интегральная оценка ущерба в районах

Анализируя диаграмму, представленную на рис. 3, можно сделать вывод о том, что региональный уровень пожарной безопасности за последние годы повысился, по сравнению с 2008 г., на 50 %. Но, несмотря на это, необходимы усиленные целенаправленные меры на повышение регионального уровня пожарной безопасности, так как даже по числу погибших и травмированных во многих районах Воронежской области наблюдается превышение над общероссийскими показателями.

Рассмотрим возможные *пути повышения уровня пожарной безопасности в Воронежской области*. Будем считать, что уровень пожарной безопасности каждого района оценивается по 4-бальной шкале, следовательно, учитывая, что имеется 39 территориальных единиц, максимально возможный региональный уровень пожарной безопасности может составлять 156. Проведенные расчеты показывают, что в 2008 г. данный показатель составлял 51, а в 2010 – 63. Этот уровень соответствует оценке "неудовлетворительно", так как, если предположить, что все территориальные службы имеют оценку не-

удовлетворительно, то это будет соответствовать региональному рейтингу, равному 39, следовательно, сравнивая имеющуюся оценку 63 с максимально возможным значением 156, можно сделать вывод, что интегральная оценка в данном случае будет соответствовать уровню "неудовлетворительно". Результат, достигнутый в 2011-2012 гг., уже будет соответствовать уровню "удовлетворительно".

Таким образом, глобальная стратегия деятельности достаточно ясна: повысить интегральную оценку деятельности территориальных служб с тем, чтобы при этом произошло увеличение общего рейтинга региона в целом. В частности, первоочередной необходимостью является повышение регионального рейтинга до уровня 100, то есть задача приближения к уровню, оцениваемому как "хороший".

Необходимо проведение комплекса мероприятий, повышающих общую оценку до заданного уровня. Естественно, что это связано с затратами, размер которых зависит от характера мероприятий и района, где они будут проводиться. Реализация некоторых из них требует значительных финансовых затрат, например, оснащение новой техникой или улучшение условий базирования, другие могут быть реализованы в рамках повседневной деятельности службы: например, обучение населения, профилактическая работа, усиление надзора и т. п.

В табл. 4 представлены затраты, в тыс. руб., на повышение уровня пожарной безопасности районов Воронежской области. При составлении табл. 4 учитывалось, что для поддержания существующего уровня необходимы финансовые ресурсы, а повышение уровня пожарной безопасности, требует привлечения дополнительных средств. В условиях дефицита ресурсов, возникает задача распределения их с максимальной эффективностью, то есть таким образом, чтобы достигнуть необходимого эффекта при минимально возможных затратах.

Затраты на повышение уровня пожарной безопасности

Таблица 4

Район	Затраты				Первые разности		
	1	2	3	4			
Бутурлиновский	450	560	670	750	110	110	80
Верхнемамонский	882	990	1125	1350	108	135	225
Верхнехавский	765	873	1080	1350	108	207	270
Калачеевский	720	855	1080	1350	135	225	270
Каширский	810	945	1170	1530	135	225	360
Новохоперский	3600	3780	4050	4950	180	270	900
Острогожский	1350	1530	1710	1890	180	180	180
Панинский	630	810	990	1170	180	180	180
Петропавловский	1350	1530	1980	2610	180	450	630
Подгоренский	1350	1575	1890	2250	225	315	360
Репьевский	2250	2520	2970	3330	270	450	360
Терновский	1247	1530	1980	2700	283	450	720

Для решения такой задачи воспользуемся алгоритмом, описанным в [8]. Как уже отмечалось, метод решения зависит от характера функций затрат, существующих для каждого подразделения ГПС. Используя данные табл. 6, определим характер заданных функций $Q_k(y_{kT})$. Эти функции оказываются выпуклыми, что хорошо согласуется с общим представлением об изучаемом процессе, как процессе с предельной убывающей эффективностью. Это обстоятельство связано с тем, что чем выше уровень достигнутой рейтинговой оценки, тем больше требуется затрат для дальнейшего улучшения такой системы.

Таким образом, для решения поставленной задачи воспользуемся алгоритмом решения при выпуклых функциях затрат. С этой целью найдем первые разности $\Delta_{kj} = Q_{kj} - Q_{k,j-1}$, которые приведены в табл. 4.

При решении будем исходить из того предположения, что интегральная оценка районной ГПС не должна уменьшаться. Поэтому будем учитывать только те районы, в которых уровень пожарной безопасности определен как неудовлетворительный. Таких районов 12. Именно в этих службах необходимо, в первую очередь, улучшить уровень пожарной безопасности. С этой целью определим для каждого значения первой разности Δ максимальную величину j , для которой будет выполняться соотношение $\Delta_{kj} \leq \Delta$. Данные расчета представлены в табл. 5. Учитывая, что суммарный рейтинг региона составляет 75, приходим к заключению, что, учитывая заданный уровень регионального рейтинга $R_T = 100$, величина Δ , удовлетворяющая соотношению $R(\Delta) \leq R_T < R(\Delta+1)$, будет равна 585 и уровень пожарной безопасности региона будет равен 100 (для 12 районов прирост интегральной оценки составит 25).

Соответствующее решение представлено в табл. 5. Найденные значения $\{y_{kT}\}$ минимизируют суммарную величину упущенной выгоды.

Таблица 5

Районы	Значения первых разностей																				
	108	110	135	180	220	225	243	270	283	300	315	360	450	468	540	585	630	720	733	900	1080
Верхнемамонский	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
Верхнехавский	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Бутурлиновский	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Калачеевский	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Каширский	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Новохоперский	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Острогожский	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Панинский	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Петропавловский	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Подгоренский	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Репьевский	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Терновский	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

В табл. 6 представлены нормативные значения уровней безопасности для различных подразделений ГПС, обеспечивающих достижение заданного регионального уровня, определенного как 100, а также приведены данные о затратах, необходимых для достижения заданного уровня.

Таблица 6

Районы	Исходная оценка	Итоговая оценка	Затраты	Затраты нарастающим итогом	Прирост оценки
Верхнемамонский	1	4	468	468	3
Верхнехавский	1	3	315	783	2
Бутурлиновский	1	4	300	1083	3
Калачеевский	1	3	360	1443	2
Каширский	1	3	360	1803	2
Новохоперский	1	3	450	2253	2
Острогожский	1	4	540	2793	3
Панинский	1	4	540	3333	3
Петропавловский	1	2	180	3513	1
Подгоренский	1	3	540	4053	2
Репьевский	1	2	270	4323	1
Терновский	1	2	283	4606	1
					25

Исследования показали, что рекомендуется повысить уровень 12 подразделений ГПС (что составляет 32 % от общего числа территориальных подразделений ГПС), при этом районы с неудовлетворительным уровнем безопасности будут уже отсутствовать.

Литература

1. *Алферов В.И., Курочка П.Н.* Механизм агрегирования последовательных и параллельных моделей на сетевые графики // Известия ТГУ. Серия: Математика, механика, информатика. 2009. № 13. С. 222.
2. *Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Новосельцев В.И.* Системный анализ и его приложения. Воронеж: Научная книга, 2008. 439 с.
3. *Казакова Е.А., Курочка П.Н., Половинкина А.И.* Автоматизированное построение матричных процедур комплексного оценивания на основе оптимизационного подхода // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 10. С. 140-146.
4. *Курочка П.Н., Половинкина А.И., Потапенко А.М.* Определение оптимального варианта производства работ при выпуклой функции затрат // Системы управления и информационные технологии. 2004. № 5 (17). С. 23-26.
5. *Курочка П.Н., Потапенко А.М., Фёдорова И.В.* Критичность в сетях с нечеткими продолжительностями операций // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 4 (21). С. 43-45 с.
6. *Курочка П.Н., Новиков А.А., Толстикова О.Н.* Алгоритм получения робастных расписаний частного порядка // Вестник ВГТУ. Т. 3. № 7, 2007. С. 18-23.
7. *Курочка П.Н., Маилян А.Л.* Модель определения надежности при нечетких сведениях о степени надежности // Системы управления и информационные технологии. 2012. Т. 49. № 3.1. С. 192-197.
8. *Курочка П.Н., Молозин С.В., Тельных В.Г.* Оценка надежности элементов организационной системы // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 7. С. 27-30.
9. *Чередниченко Н.Д., Курочка П.Н., Симоненко А.Н.* Модели распределения ресурсов в строительном проекте // Технология и организация строительного производства. М.: АНО "Международный центр по развитию и внедрению механизмов саморегулирования", 2013. № 4 (5). С. 46-48