

*С.Ю. Бутузов, Е.В. Гвоздев*

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: evgvozdev@mail.ru)

## **О ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ "МОСВОДОКАНАЛ"**

*Определены первоочередные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на предприятии "Мосводоканал".*

*Ключевые слова: регрессионный анализ, экстремум функции, ковариация, дисперсия.*

*S.Yu. Butuzov, E.V. Gvozdev*

## **ABOUT PRIORITY EVENTS TO ENSURE FIRE SAFETY IN THE COMPANY "MOSVODOKANAL"**

*Defined the priority events to ensure fire safety in the company "Mosvodokanal".*

*Key words: regression analysis, the extremum of the function, covariance, variance.*

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

В процессе управленческой деятельности в области **пожарной безопасности (ПБ)** на производственных предприятиях (в организационных структурах), в связи с отсутствием утверждённого документа, в котором прописана последовательность действий по оценке существующего состояния системы ПБ для определения степени её соответствия требованиям имеющихся нормативных документов, возникают следующие проблемы:

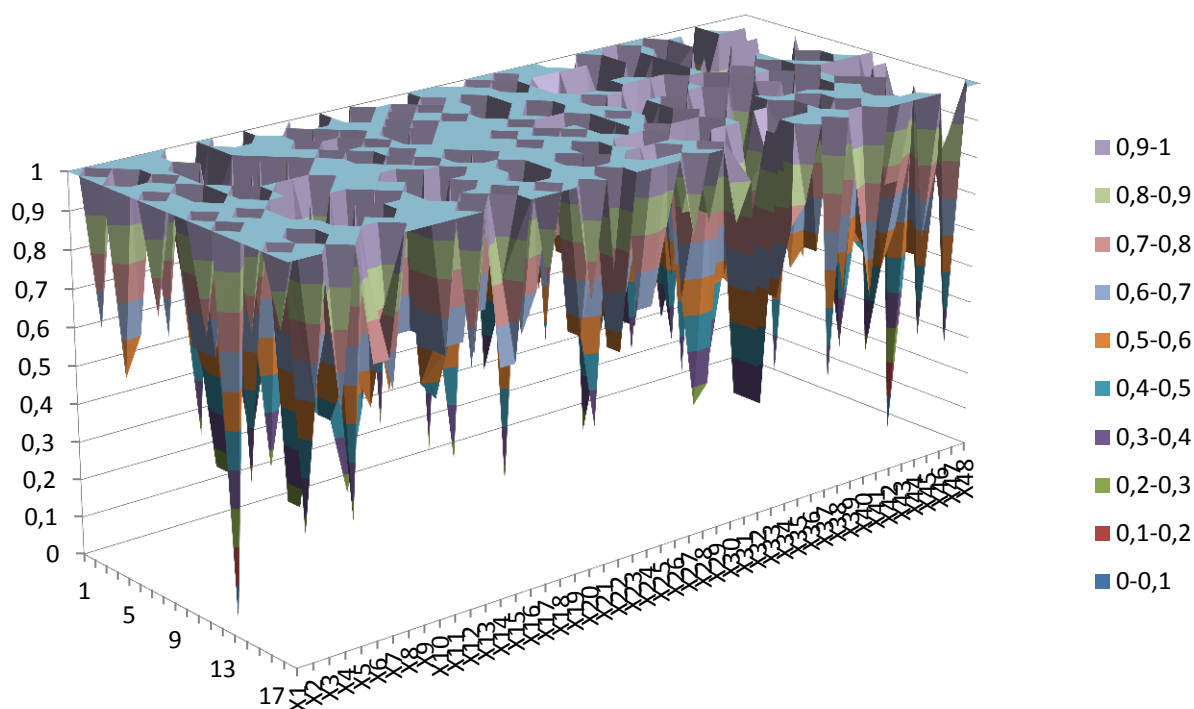
- выбора критерия и системы показателей оценки системы ПБ;
- разработки некоторых аспектов методического и информационного обеспечения процедур оценивания эффективности состояния и функционирования **системы пожарной безопасности (СПБ)**;
- разработки мероприятий по регламенту действий между управляемыми элементами, входящими в СПБ.

В работе [4] авторами представлен подход к получению количественных значений оцениваемых критериев (показателей), с использованием которого была разработана таблица оценки факторов в области ПБ, представленная в виде поля данных (рис. 1), множественные значения которой включали факторы зависимых переменных –  $Y$  (структурных подразделений предприятия) и факторы независимых переменных –  $X$  (результатов оценённых показателей).

На основе результатов, представленных на рис. 1, построена регрессионную зависимость переменной  $y$  от переменных  $x_1, x_2, \dots, x_{48}$  с использованием формулы

$$y = y(x_1, x_2, \dots, x_{48}).$$

В [5] приводится понятие: **регрессионный анализ** – статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных  $X_1, X_2, \dots, X_p$  на зависимую переменную  $Y$ .



**Рис. 1.** Результаты оценочных показателей факторов в области ПБ

Для проведения анализа имеющихся данных авторами использовалась программа "STATISTICA" (далее – "Программа"), позволяющая провести выбор вида уравнения регрессии и отобрать значимые факторы.

Для этой цели потребовалось охарактеризовать тесноту линейной корреляционной связи между зависимой переменной  $Y$  и набором факторов  $X$  на основе использования множественного коэффициента корреляции  $R$ , а также определить отклонения расчётных значений переменной  $Y$  от реальных (фактических). Учитывая наличие множества исходных данных для проведения регрессионного анализа, с целью упрощения была использована линейная модель множественной регрессии вида:

$$Y = k_0 + k_1X_1 + k_2X_2 + \dots + k_{48}X_{48},$$

где  $k_i$  – коэффициенты, которые потребовалось определить.

Следующим шагом был отбор факторов с использованием *Программы*, были отброшены  $x_1$ ;  $x_5$ ;  $x_{12}$ ;  $x_{17}$ , так как при всех  $y$  переменные не меняются и равны 1.

Классический подход к оцениванию параметров линейной модели множественной регрессии основан на *методе наименьших квадратов (МНК)*. МНК позволяет получить такие оценки параметров, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений зависимых переменных  $y$  от расчётных  $\hat{y}$  стремится к минимуму:

$$\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min.$$

Соответственно, чтобы найти экстремум функции нескольких переменных, надо вычислить частные производные первого порядка по каждому из факторов и приравнять их к нулю.

Следующая исследовательская операция направлена на построение регрессии с использованием меньшего числа факторов  $x_j$ , для этого возникла необходимость в оценке статистической взаимосвязи каждого фактора  $x$  с зависимой переменной  $y$ , с целью исключения тех переменных, взаимосвязь между которыми наименьшая.

Статистическая взаимосвязь каждого фактора  $x$  с зависимой переменной на основе применения *Программы* представлена на гистограмме коэффициентов корреляции (рис. 2).

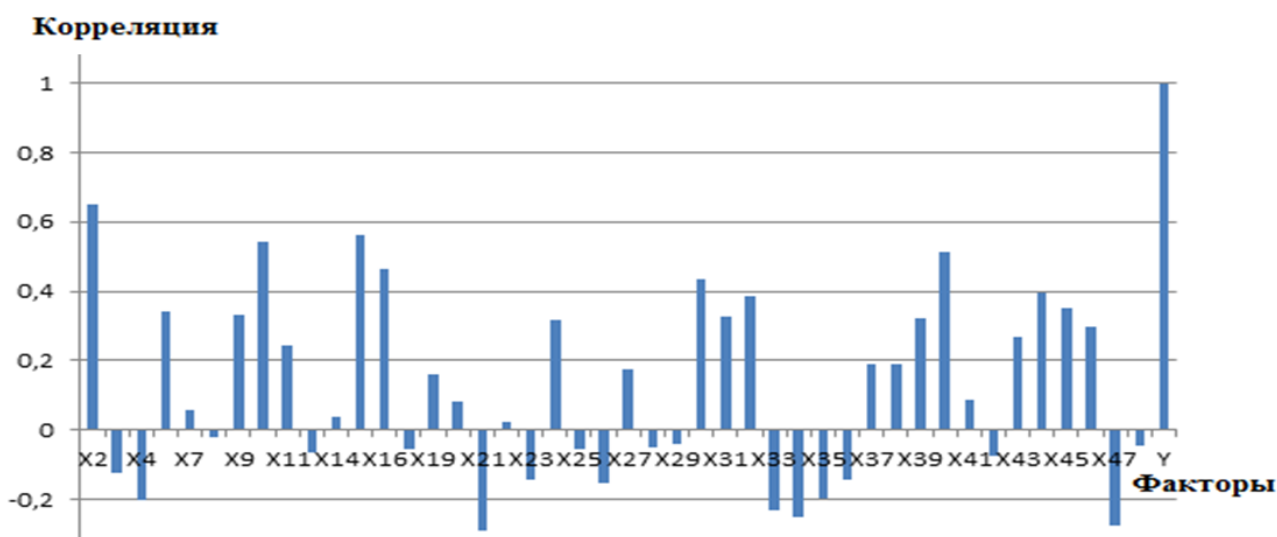


Рис.2. Гистограмма коэффициентов корреляции

Проанализировав представленные на (рис. 2) коэффициенты корреляции, можно отметить серьёзные отклонения. В целях минимизации переменных  $X$ , нами были выбраны коэффициенты со значениями  $> 0,2$ , что позволило получить 17 значений, по которым аналогичным образом строилась регрессия.

В результате были получены значения качества моделирования (табл. 1).

Таблица 1

Качество моделирования	
Зависимая переменная	Множественный R
Y	0,994163904

Результаты расчётов (табл. 1) указывают на незначительное падение качества моделирования.

С целью дальнейшего сокращения количества факторов  $X$ , используемых в модели, возникла необходимость в проверке их значимости, для этого рассчитывался стандартизированный бета-коэффициент  $b^*$ , показывающий, какая из независимых переменных (факторов)  $X$  оказывает наибольший эффект на независимую переменную  $Y$ .

Значимые переменные *Программа* выделяет красным цветом, из представленных данных на гистограмме не выделено ни одной переменной как значимой (рис. 3).

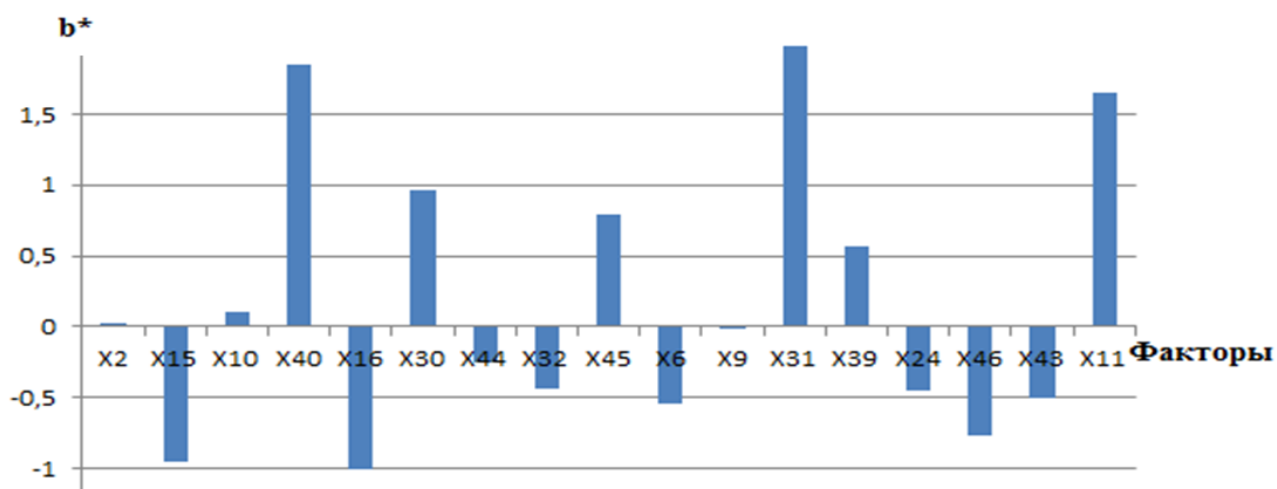


Рис. 3. Гистограмма значимости переменных факторов

Результаты обработки данных, представленных на (рис. 3), позволили определить фактические и рассчитанные отклонения переменных, со средним отклонением 0,086967. Результаты фактических и рассчитанных отклонений представлены на графике (рис. 4).

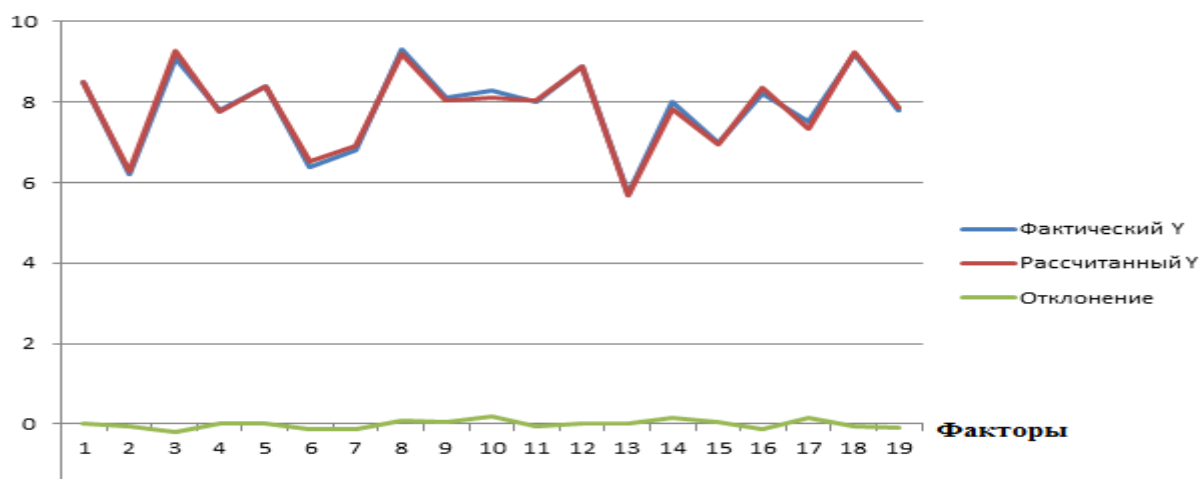


Рис. 3. График результатов фактических и рассчитанных отклонений

Дальнейшая обработка данных, представленных на рис. 3, позволила получить регрессию с множественным коэффициентом корреляции  $R$ , близким к 0,9 (табл. 2).

Таблица 2

Качество моделирования	
Зависимая переменная	Множественный R
Y	0,889368927

Обратившись вновь к результатам, представленным на рис. 3, отметим, что коэффициент, определяющий значимость (стандартизированный бета-коэффициент  $b^*$ ), для большинства  $X$  очень мал. Отбросив  $x$  из рассматриваемой таблицы с  $b^* < 0,5$ , построим ещё одну линейную регрессию, выраженную формулой

$$y = -1,3337796 + 2,70446364x_{40} + 2,10168140x_{30} + 2,42296480x_{31} + 0,226083718x_{39} + 3,35918946x_{11}.$$

Результаты проводимых расчётов позволили определить значимые элементы, которые выделены красным цветом (табл. 3).

Таблица 3

#### Значимость для зависимой переменной Y

Переменная	Мероприятия по ПБ для исполнения	$b^*$
$x_{11}$	Разработать план-конспекты для проведения инструктажей по пожарной безопасности	0,64913
$x_{40}$	Произвести ремонт путей эвакуации, отделанных горючими материалами	0,55679
$x_{31}$	Установить таблички "ВЫХОД" в соответствии с требованиями НД	0,53142
$x_{30}$	Привести в соответствие с требованиями НД систему автоматической пожарной сигнализации	0,36462
$x_{39}$	Установить пожарные шкафы из негорючего материала	0,04061

**Вывод:** из 48 независимых переменных (факторов)  $X$  для построения регрессии с множественным коэффициентом корреляции  $R = 1$  оказалось достаточно выделить 17 факторов  $X$ . Количество  $X$  было уменьшено до 5 факторов –  $X$ , из которых 3 фактора *Программа* выделила красным цветом как наиболее значимые, требующие первоочередного исполнения.

Все представленные мероприятия ёмки по содержанию, а их реализация должна быть спланирована для приведения СПБ предприятия в требуемое состояние, для чего требуется привлечение ресурсов (временных, людских, технологических, материальных, экономических и т.д.).

Из представленных мероприятий, требующих первоочередного исполнения, только одно относится к организационным мероприятиям, остальные четыре – к мероприятиям технического характера, требующим финансовых затрат, которые должны быть предусмотрены в перспективных программах финансирования предприятия в разделе – Организационно-технические мероприятия пожарной безопасности.

### Литература

1. **Федеральный** закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
2. **Федеральный** закон № 123-ФЗ "Об утверждении технического регламента о требованиях пожарной безопасности" от 22 июля 2008 г.
3. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года № 390 "О противопожарном режиме".
4. **Гвоздев Е.В. Рыбаков А.В.** О методике оценки состояния пожарной безопасности на предприятии ОАО "Мосводоканал" // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты: научный журнал. Вып. 3 (22). 2014. 13 с. <http://www.amchs.ru/index.php/nauj/category/29-nauchnyj-zhurnal-2014g>.
5. **Википедия.** [https://ru.wikipedia.org/wiki/Регрессионный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Регрессионный_анализ).