

Р.И. МАКАРОВ

**Использование статистического  
подхода для анализа причин  
авиакатастроф и их последствий**

*УДК 519.254*

ФГБОУ ВПО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г. Владимир

В статье описывается использование статистических методов для анализа причин авиакатастроф, приведших к человеческим жертвам. Для исследования использовался статистический материал по анализу авиакатастроф, произошедших в СССР за период с 1955 по 1977 годы (выборка составлена магистрантом Казанцевым Н. А. по данным результатов расследований авиакатастроф, размещенных на сайте <http://www.airdisaster.ru>). Анализируемая выборка содержит 303 зарегистрированных случаев авиационных катастроф, в которых погибло 6106 человек. Выборка содержит описание причин авиакатастроф по типам воздушных судов. В качестве причин рассматриваются отказ техники, управление воздушным движением, груз, столкновения, внешние причины, ошибки экипажа, пожар, топливо, технический осмотр, погодные условия и неизвестные обстоятельства. Последствия авиакатастроф оценивались числом человеческих жертв среди экипажа, пассажиров и на земле.

Результаты статистического анализа динамики авиационных катастроф и количества жертв в течение 23 лет работы Аэрофлота на перевозках пассажиров отражены на рисунках 1 и 2.

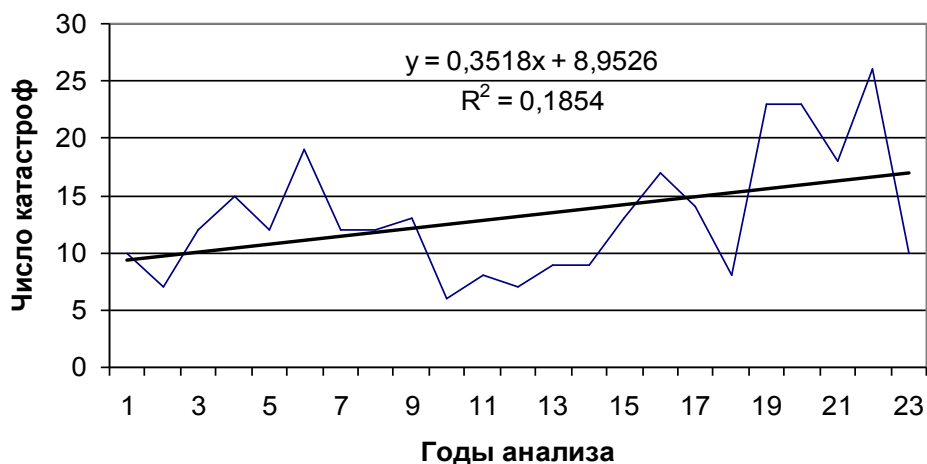


Рис. 1. Динамика авиационных катастроф при перевозках пассажиров

Как следует из рисунков 1 и 2, в течение 23 лет работы Аэрофлота на перевозке пассажиров, наблюдался рост числа авиационных катастроф и вместе с тем количества человеческих жертв. Тенденция изменения описывается линейными зависимостями, указанными на полях рисунков.

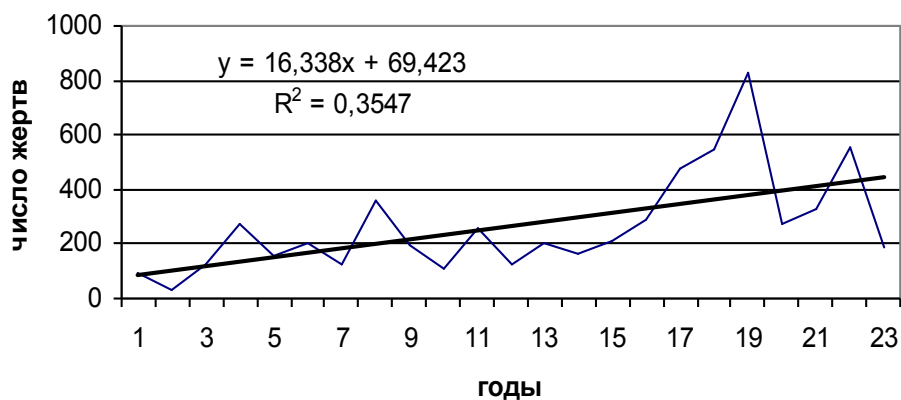


Рис. 2. Динамика жертв авиационных катастроф

Выявленную зависимость можно объяснить возрастанием на анализируемом периоде времени объема перевозок пассажиров, увеличением типа и количества воздушных судов, задействованных на перевозках, что привело к увеличению количества авиарейсов и числа человеческих жертв.

Число человеческих жертв при авиакатастрофах является случайной величиной, которая описывается логарифмически

нормальным законом распределений. Параметрами закона распределений являются среднее число жертв при авиакатастрофах - 20 человек со среднеквадратичным отклонением 27 человек. Распределение характеризуется большим разбросом числа жертв при авиакатастрофах, от 1 до 173 человек, что объясняется разными типами воздушных судов, потерпевших катастрофу.

Для выявления статистической связи числа жертв авиакатастроф от возможных причин воспользуемся множественным корреляционным анализом [1]. При этом допускаем, что данные анализа авиакатастроф являются случайными величинами, выбранными из генеральной совокупности, распределенной по многомерному нормальному закону. Была рассчитана квадратная матрица парных коэффициентов корреляции, соответствующих частным двумерным распределениям, размерностью 12x12 (табл. 1).

Первые 11 столбцов и строк характеризуют причины авиакатастроф, которые записаны в следующей последовательности: технические причины -  $x_1$ , ошибки службы управления воздушным движением -  $x_2$ , груз -  $x_3$ , столкновения -  $x_4$ , внешние причины -  $x_5$ , ошибки экипажа -  $x_6$ , пожар -  $x_7$ , топливо -  $x_8$ , технический осмотр -  $x_9$ , погодные условия -  $x_{10}$  и неустановленные причины -  $x_{11}$ . Последний столбец и последняя строка – число жертв при авиакатастрофах -  $y$ .

Таблица 1

**Матрица частных парных коэффициентов корреляции**

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$y$
		-0,309	-0,028	-0,231	-0,270	-0,490	-0,151	-0,079	0,056	-0,167	-0,460	0,206
	-0,309		-0,062	0,074	-0,089	0,058	-0,094	-0,028	0,076	0,100	-0,195	0,165
	-0,028	-0,062		-0,026	-0,035	-0,018	-0,026	-0,005	-0,032	-0,045	-0,049	-0,035
	-0,231	0,074	-0,026		-0,054	-0,285	-0,093	-0,050	-0,084	-0,052	-0,148	-0,007
	-0,270	-0,089	-0,035	-0,054		-0,304	-0,111	-0,037	-0,071	-0,139	-0,241	0,005
	-0,490	0,058	-0,018	-0,285	-0,304		-0,254	-0,088	-0,166	-0,207	-0,496	0,011
	-0,151	-0,094	-0,026	-0,093	-0,111	-0,254		0,108	-0,066	-0,124	-0,200	0,176
	-0,079	-0,028	-0,005	-0,050	-0,037	-0,088	0,108		-0,018	0,109	-0,097	0,099
	0,056	0,076	-0,032	-0,084	-0,071	-0,166	-0,066	-0,018		-0,075	-0,066	-0,106
	-0,167	0,100	-0,045	-0,052	-0,139	-0,207	-0,124	0,109	-0,075		-0,215	-0,013
	-0,460	-0,195	-0,049	-0,148	-0,241	-0,496	-0,200	-0,097	-0,066	-0,215		0,300
	0,206	0,165	-0,035	-0,007	0,005	0,011	0,176	0,099	-0,106	-0,013	0,300	

В матрице  $R_{12}$  отсутствует сильная корреляционная связь между причинами авиакатастроф. Критическое значение величины частного коэффициента корреляции при уровне значимости  $\alpha=0,05$  и числе степеней свободы  $f=303-2=301$  равно  $\rho_{кр}=0,113$ .

Анализ парных частных коэффициентов корреляции (последняя строка матрицы  $R_{12}$ ) позволяет ранжировать статистически значимые причины по степени влияния на число человеческих жертв: неизвестные обстоятельства  $\rho_{x_{11},y}=0,3$ ; технические причины  $\rho_{1,y}=0,206$ ; пожар  $\rho_{x_{7},y}=0,176$ ; ошибки службы управления воздушным движением  $\rho_{x_{2},y}=0,165$ . Связь между значимыми причинами и жертвами (последняя строка матрицы  $R_{12}$ ) является положительной, т.е. увеличение одной из причин соответствует увеличению среднего числа жертв при авиакатастрофах «у». Статистически незначимыми причинами являются груз -  $x_3$ , столкновения -  $x_4$ , внешние причины -  $x_5$ , ошибки экипажа -  $x_6$ , топливо -  $x_8$ , технический осмотр -  $x_9$ , погодные условия -  $x_{10}$ .

Для анализа причин авиационных катастроф, была обработана выборка и построена диаграмма Парето, отражающая частоту авиакатастроф (рисунке 3).

Парето диаграмма причин авиакатастроф

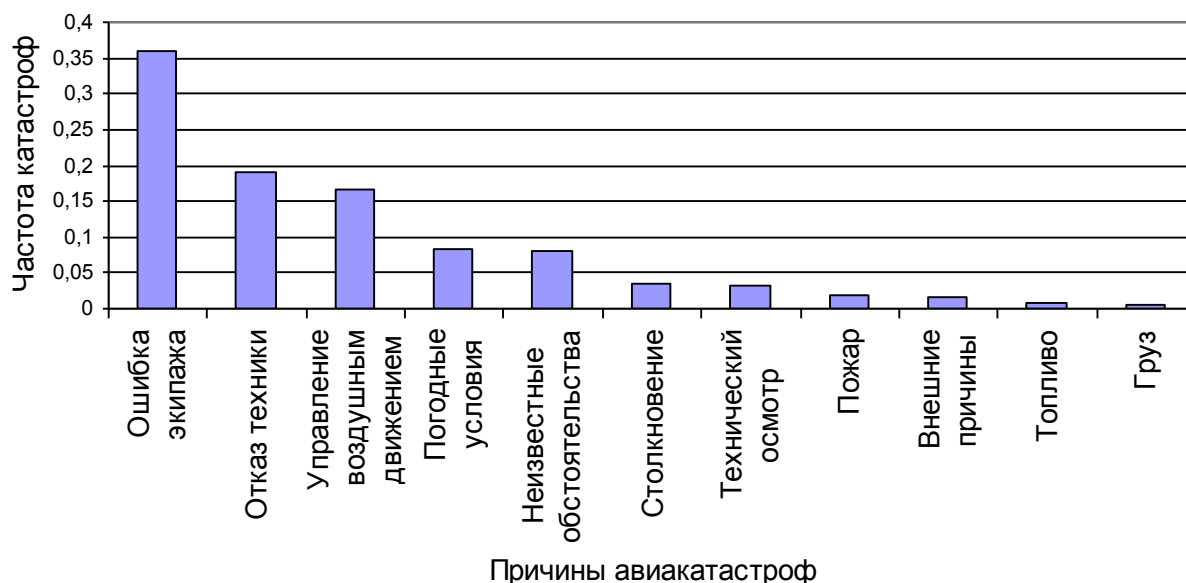


Рис. 3. Зависимость частоты авиакатастроф от причин

Наиболее частыми причинами, вызвавшими авиакатастрофы, были ошибки экипажа (0,36), отказ техники (0,19), управление воздушным движением (0,17), погодные условия (0,09) и неизвестные обстоятельства (0,09). Остальные причины встречались реже.

Для оценки надежности типа воздушных судов проводился анализ числа зарегистрированных авиационных катастроф в течение 23 лет работы Аэрофлота. Парето диаграмма количества авиакатастроф по типам воздушных судов приведена на рисунке 4.

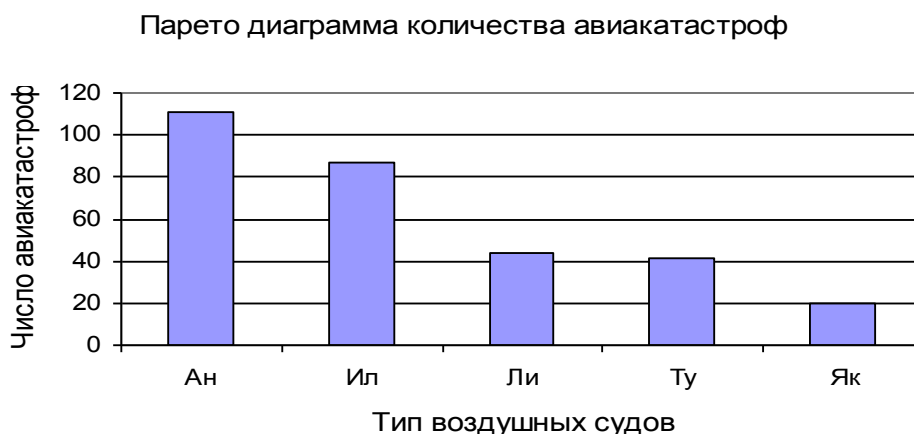


Рис. 4. Зависимость числа авиакатастроф по типам воздушных судов

Как следует из рисунка 4, наиболее часто происходили авиационные катастрофы с воздушными судами типа Ан и Ил. По этой диаграмме невозможно судить о надежности судов, т.к. неизвестно общее число рейсов, выполненных судами.

Зависимость числа человеческих жертв при авиакатастрофах по типам воздушных судов отражена на рисунке 5.

Парето диаграмма числа жертв при авиакатастрофах

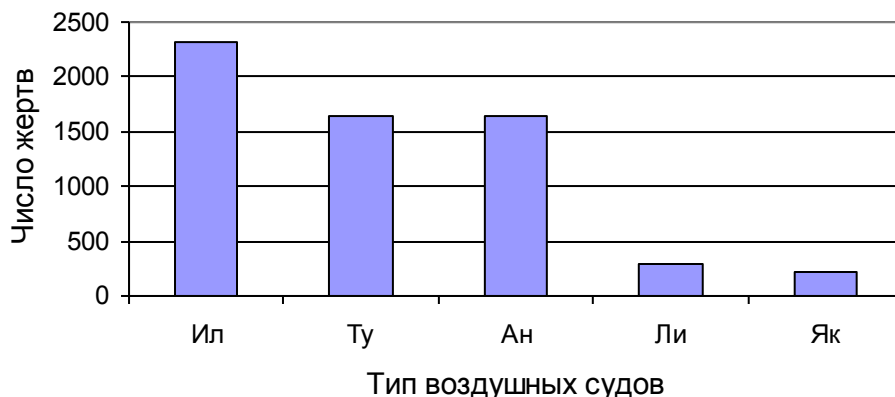


Рис. 5. Зависимость числа жертв при авиакатастрофах по типам воздушных судов

Наибольшее число жертв за 23 года работы Аэрофлота связано с авиакатастрофами воздушных судов типа Ил, Ту и Ан, что можно объяснить значительным числом авиакатастроф, происшедших с воздушными судами типа Ан и ИЛ, а также вместимостью судна типа Ту.

Проведенные исследования показали возможность использования статистических и вероятностных методов при оценке причин авиакатастроф и последствий, а также надежности воздушных судов.

### Литература

1. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: Учебник.- М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.

ТЕЛЕФОН ДОМАШНИЙ 4922-53-55-87

MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM