

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

к. т. н. В. Д. Шаров

Рассматривается возможность применения для российской авиакомпании элементов одной из известных государственных программ в области обеспечения безопасности полетов.

В практике работы авиакомпании (АК) возникает задача оценки эффективности мероприятий по предотвращению авиационных происшествий (АП). Мероприятия, разрабатываемые по результатам расследования АП, как правило, должны быть реализованы при любых условиях. Однако для АК с высоким уровнем безопасности полетов все большее значение имеют проактивные методы предотвращения АП [1], когда объектом исследования становятся факторы риска, выявленные при анализе так называемых «предвестников инцидентов» и отклонений в обычной эксплуатационной деятельности. В результате идентификации и оценки рисков разрабатываются предложения, в том числе альтернативные. Для принятия управленческих решений по этим предложениям в условиях ограниченных ресурсов необходимо иметь механизм их оценки.

Простой и эффективный метод может быть разработан на основании опыта группы Commercial Aviation Safety Team (CAST). Эта группа, созданная в США в 1997 году с целью снизить на 80% число АП, на основе изучения 321 катастрофы в мировой гражданской авиации разработала более 80 мероприятий или корректирующих действий. Однако стоимость внедрения всех действий превысила 5 млрд. долл., что потребовало отобрать наиболее эффективные из них. Для решения задачи была разработана программа «Spreadsheet Tool». Эта программа, доступная на CD из [2], составлена в Microsoft Excel и позволяет оценить действия по предотвращению АП, аналогичных тем, которые имели место в прошлом. На рис. 1 приведен один из листов программы. Анализ программы позволяет восстановить алгоритм и адаптировать ее для нужд АК.

Все катастрофы CAST делит по категориям. В практике АК такому делению могут быть подвергнуты факторы риска, выявленные в процессе анализа отклонений. Количество факторов и категорий неограниченно. Рассмотрим основные элементы исходной программы и изменения, которые необходимо в нее внести для решения поставленной задачи.

Исходные данные.

Вероятность повторения i -го события, если не будет предпринято никаких действий:

$$P_i = (0, 1).$$

В CAST принято $P=1$, в АК – это оценка частоты возникновения события, связанного с данным фактором риска, может быть получена на основе статистических данных или экспертного прогноза.

Тяжесть последствий:

$$C_i = (0, 1).$$

В CAST - доля погибших в АП от общего числа лиц на борту, в АК – характеристика тяжести последствий события, связанного с данным фактором риска.

Эффективность каждого j -го действия для i -го события (вероятность, что i -е событие не произойдет при внедрении j -го действия):

$$F_{ij} = (0, 1).$$

В АК - это эффективность каждого из мероприятий по снижению воздействия каждого из факторов риска, которая может быть оценена по статистическим данным, по информации из внешних источников, по техническим характеристикам систем и оборудования, а также на основе экспертных оценок.

Доля парка воздушных судов, для которых внедрено j-е действие (CAST):

$$K_j = (0, 1).$$

В АК - это также часть личного состава, прошедшая переподготовку или специальные занятия, доля ИТР, допущенная к определенным видам работ или КВС, имеющих пониженный минимум захода на посадку и взлета, и т. д.

	H	I	J	K	L	M	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1									1	2	3	4	5
2		Revised	Date	Airline	Location	Aircraft	Accident Description	Portion	Safety Enhancement Na	Safety Enhancement Na	Safety Enhancement Na	Safety Enhancement Na	Safety Enhancement Na
3		Class				Type		of	1. CFIT TA	2. CFIT SO	3. CFIT PA	4. CFIT PA	5. CFIT PA
4		Def						Accident	Portion of World Fleet with Safety Enhancement Impleme				
5		8/9/01						Eliminated	1.000	.800	1.000	.200	.000
6		JIMDAT							Safety Enhancement Effectiveness (%/100)				
7	1	CFIT	951220	American	Call	B757	CFIT at 9000; peak at 9190. Night VOR/DME	-.997	.850	.350	.000	.000	.000
8	2	CFIT	890208	Independent Air	Azores	B707	Day CFIT at 1800 MSL on descent to refuel	-.933	.850	.350	.000	.000	.000
9	3	CFIT	891028	Aloha Island Air	Malawi Bay	DHC-6	CFIT; nav error; hit rising terrain; thought he	-.928	.850	.000	.000	.000	.000
10	4	CFIT	931201	NoWest Air Link	Hibbing	BAe-31	CFIT. Hit trees & crashed into low hill on night	-.964	.550	.350	.000	.000	.000
11	5	CFIT	880119	Trans Colorado	Bayfield, Co	SA-227	FO went below MDA; hit terrain at 7180 MSL	-.976	.850	.350	.000	.000	.000
12	6	CFIT	920103	Cumutair/USAir X	Gabriels, NY	BE1900	CFIT. Cleared to intersection 17 miles out, bu	-.989	.850	.350	.000	.000	.000
13	7	CFIT	890219	Flying Tiger	Malaysia	B747	CFIT into steep terrain on non-precision appr	-.970	.850	.350	.000	.000	.000
14	8	CFIT	870413	Buffalo	KCI	B707	CFIT into ground 3 miles short on ILS final to	-.890	.350	.000	.000	.000	.000
15	9	CFIT	920608	GP Express	Ft McClellan Al	BE99	CFIT. GP had just begun flying in So. Eastern	-.925	.850	.350	.000	.000	.000
16	10	LOC GND	890920	USAir	LGA	B737	Bad wx in East, crew from pool with limited e	-.889	.000	.550	.000	.000	.000
17	11	LOC GND	990601	American	Little Rock	MD-80	Landed hot in severe wind shear & t-storm. G	-.508	.000	.000	.000	.000	.000
18	12	LOC GND	950428	Millon	Guatemala	DC-8	Cargo charter for Lineas Aer eas Mayas; Land	-.904	.000	.350	.000	.350	.350
19	13	LOC TO	870816	Northwest	Romulus	DC-9	Crashed on t/o. Not configured properly (no f	-.523	.000	.350	.000	.000	.000
20	14	LOC TO	961022	Millon Air	Ecuador	B707	At or above max gross weight & #2 engine no	-.080	.000	.000	.000	.000	.000
21	15	LOC TO	871115	Continental	DEN	DC-9	Sat on runway 27 m inutes after deicing in sno	-.499	.000	.000	.000	.000	.000
22	16	LOC TO	920322	USAir	LGA	FK-28	Freezing rain/snow. Cr ashed & burned on t/o	-.817	.000	.350	.000	.000	.000
23	17	LOC TO	900505	Aerial Transit	Guatemala	DC-6	On t/o, reported engine problem s & tried to r	-.000	.000	.000	.000	.000	.000
24	18	LOC TO	880831	Delta	DFW	B727	Flaps & slats not configured for t/o. Rotated &	-.782	.000	.000	.000	.000	.000
25	19	LOC TO	880219	AvAir-AmEagle	Cary, NC	SA-227	45 degree descending turn into reservoir afte	-.893	.000	.350	.000	.000	.000
26	20	LOC TO	970807	Fine Air	MIA	DC-8	Stall on t/o; out of C/G. Aircraft changed out,	-.719	.000	.550	.000	.000	.000
27	21	LOC TO	20000216	Emery	Rancho Cordova, Ca	DC-8-71	Arrived late; 58- minute turn-around in SAC. i	-.953	.000	.000	.000	.000	.000
28	22	LOC TO	950627	Salair	Dominican R	CV-440	Reported "problems" on t/o; into ocean	-.000	.000	.000	.000	.000	.000
29	23	LOC TO	910217	Emery	CLE	DC-9	Landed after 40 minutes in icing, then sat in	-.780	.000	.000	.000	.000	.000
30	24	LOC TO	890318	Evergreen	Saginaw, Tex	DC-9	Cargo door not properly closed for t/o; tried to	-.959	.000	.000	.000	.000	.000
31	25	LOC FR	20000131	Alaska	Point Mugu, Ca	MD-83	At 1620, enroute Puerto Vallarta-SFO. Runav	-.948	.000	.000	.000	.000	.000
32	26	LOC FR	941031	Simmons-Am Eg	Roselawn	ATR-42	Icing in 45- minute hold pattern for ORD. Ice b	-.999	.000	.350	.000	.000	.000
33	27	LOC FR	970109	Comair NW A Lnk	Monroe, Mi	EMB-120	Vector for approach to DTW from CVG. Othe	1.000	.000	.350	.000	.000	.000
34	28	LOC FR	910405	Atlantic S o East	Brunswick, Ga	EMB-120	Left prop below flight idle; uncorrect able; quill	-.958	.000	.000	.000	.000	.000
35	29	LOC FR	910911	Britt/Cont Exp	Eagle Lake, Tx	EMB-120	Maintenance left out 46 screws on st abilizer	-.940	.000	.000	.000	.000	.000
36	30	LOC FR	950821	Atlantic S o East	Carrollton, Ga	EMB-120	Enroute 45 minutes out ATL-Gulfport; 1 blad	-.850	.000	.000	.000	.000	.000
37	31	LOC ALA	940908	USAir	PIT	B737	Lost control on approach; rudder hardover?	-.875	.000	.000	.000	.000	.000
38	32	LOC ALA	940702	USAir	Charlotte	DC-9	F/O on full ILS final. Heavy rain & low vis; De	-.619	.000	.000	.000	.000	.000
39	33	LOC ALA	871123	Ryan	Homer, Ak	BE1900	Landed short, heavily iced; 600 lbs over max	-.154	.000	.000	.000	.000	.000
40	34	LOC ALA	941213	Flagship/Am Eg	Raleigh-D	BAe-31	One engine failed on ILS approach. Cr ew did	-.991	.000	.350	.000	.000	.000
41	35	LOC ALA	910710	L'Express	Birmingham, Al	BE99	Last flight at end of duty tour. Despite receiv	-.759	.000	.550	.000	.000	.000

Рис. 1. Лист Data Entry из программы «Spreadsheet Tool»

Вычисляемые характеристики.

Риск, связанный с повторением i-го события:

$$R_i = C_i * P_i.$$

Вероятность, что i-е событие не произойдет при принятии j-го действия:

$$Q_{ij} = F_{ij} * K_j.$$

Вероятность, что i-е событие не произойдет при принятии всех m действий:

$$Q_i = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - Q_{ij}).$$

Устраненный риск i-го события:

$$\Delta R_i = R_i * Q_i.$$

Общее количество событий:

$$N = \sum_1^u N_q,$$

где N_q - количество событий в каждой категории.

Суммарный риск по q-той категории:

$$R_q = \sum_1^{N_q} R_i(q),$$

где $Ri(q)$ – риск i -го события, принадлежащего категории q .

Общий риск:

$$Ro = \sum_1^u Rq .$$

Суммарный устраненный риск в каждой категории:

$$\Delta Rq = \sum_1^{Nq} \Delta Ri(q) .$$

Риск в q -ой категории, устраненный внедрением j -го действия:

$$\Delta Rqj = \left(\sum_{i=1}^{Nq} Ri(q)Fij \right) Kj .$$

Общий риск, устраненный данным действием:

$$\Delta Roj = \sum_{q=1}^m \Delta Rqj .$$

Некоторые результаты, которые могут быть получены с помощью адаптированной и русифицированной программы, представлены на рис. 2 и 3. Диаграммы показывают эффективность пяти корректирующих действий для четырех категорий событий (все данные условны и не связаны с деятельностью какой-либо АК).

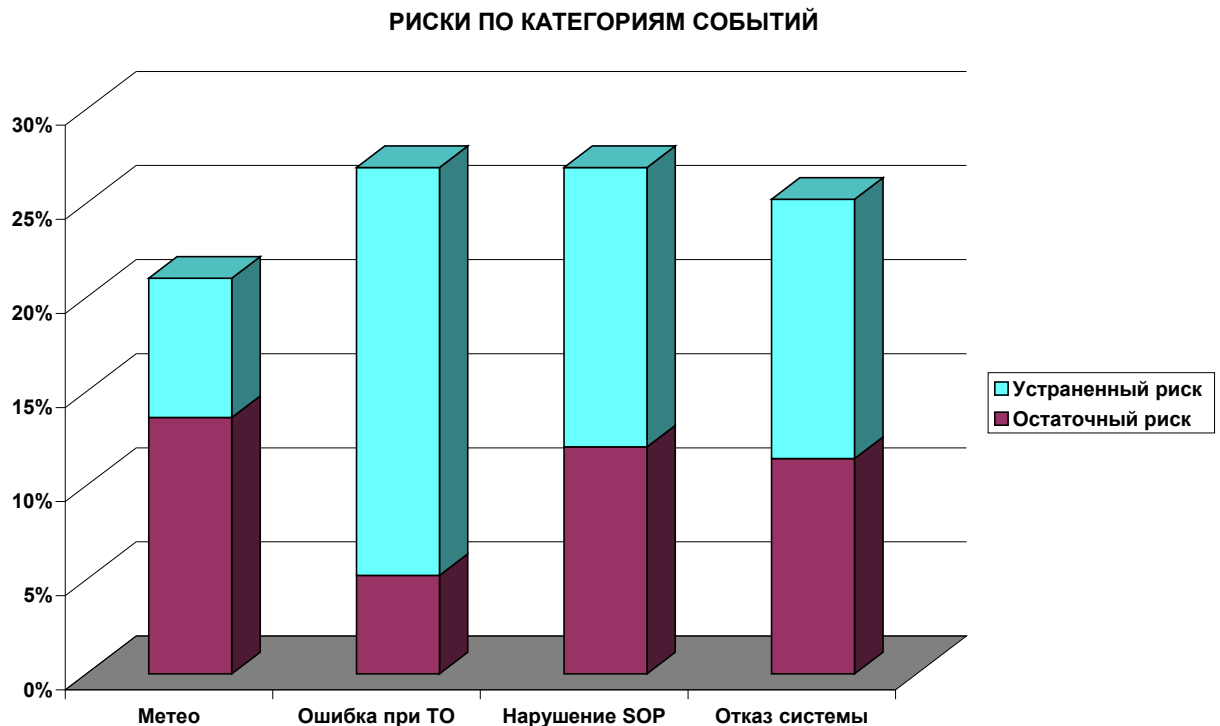


Рис. 2. Снижение рисков по категориям событий

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ

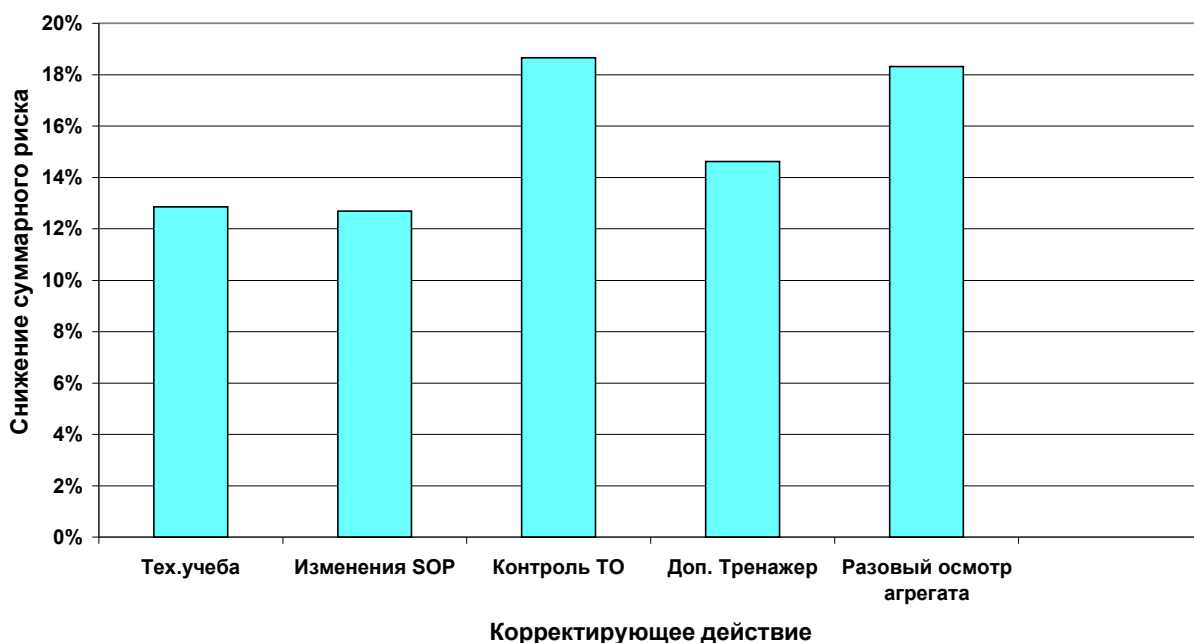


Рис. 3. Снижение суммарного риска при внедрении корректирующих действий

Возможности программы позволяют также оценивать комбинации отдельных корректирующих действий, рассчитывать риски в различных единицах и получать относительные характеристики эффективности корректирующих действий на единицу вложенных средств.

Литература

1. Safety Management Manual (SMM), ICAO Doc. 9859-AN/460, First Edition – 2006.
2. 56th International Air Safety Seminar, November 13, 2003, Washington, DC, материалы семинара на CD.