

УДК 629.735.015

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ФАКТОРАМИ РИСКОВ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧЁТОМ КРИТЕРИЯ МИНИМУМА СУММАРНЫХ ЗАТРАТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЁТОВ АВИАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ

© 2014 О.О. Морозова

Областное государственное казённое учреждение
«Развитие авиационного кластера Ульяновской области»

Поступила в редакцию 01.09.2014

В статье приводится краткое описание программного обеспечения, с помощью которого возможна оптимизация управленческих решений в системе управления безопасностью полётов авиакомпаний.

Ключевые слова: *безопасность, риск, управление, эффективность, программное обеспечение*

Обеспечение безопасности полётов является важной задачей, требующей финансового обеспечения, своевременного и рационального внедрения комплекса мероприятий, в большинстве случаев системного, в разрезе функционирования каждого элемента авиационной транспортной системы. На безопасность эксплуатации воздушного транспорта влияет множество факторов, воздействие которых может иметь различные негативные последствия. Достигнуть абсолютной безопасности невозможно, при этом затраты на обеспечение безопасности полётов стремятся к бесконечности, в тоже время дефицит вложений в обеспечение безопасности полётов может привести к катастрофе (дилемма «Защиты и Производства» по РУБП ИКАО). В связи с этим необходим механизм определения первоочередных рисков авиационных происшествий и наиболее эффективных мероприятий по снижению их уровня таким образом, чтобы обеспечивалось сбалансированное распределе-

ние вложений на обеспечение безопасности полётов и обеспечение производственных задач авиакомпаний [4]. В соответствии с действующими требованиями Международной организации гражданской авиации авиакомпании должны непрерывно повышать уровень безопасности полётов в рамках «границ финансового управления и безопасности полётов» пространства безопасности. С учетом этого условия имеется необходимость в расчете конкретного уровня повышения безопасности полётов для авиакомпаний, который будет оптимальным с точки зрения экономики предприятия и безопасности полётов.

В системе управления безопасностью полётов под суммарными затратами (далее – СУБП) подразумеваются затраты, направленные на внедрение мероприятий по снижению рисков авиационных событий и ликвидацию последствий ожидаемого ущерба от авиационных событий [1-3]:

$$C = R' + K = \left[\sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot \sum_{q=1}^v T_q \cdot \overline{C_{ja}} \cdot P(\Phi_a / AC_j) \right] \cdot \left[1 - \prod_{X=1}^Z P(M_X / \Phi_a) \right] - \sum_{X=1}^Z C_{0Xa} \ln(1 - P(M_X / \Phi_a)) \quad (1)$$

где R' – стоимость предотвращенного риска; K – затраты на устранение рисков авиационных происшествий и инцидентов; λ_j – интенсивность потока однородных авиационных происшествий j -го типа, $j=1, m$, $1/\text{час}^{-1}$; T – налёт воздушного судна, час; q – конкретный тип воздушного судна, $q=1, v$; $\overline{C_{ja}}$ – ожидаемый ущерб от авиационного происшествия, $a=1, g$; $P(\Phi_a / AC_j)$ – условная

вероятность авиационного события AC_j , которое произошло по причине фактора Φ_a ; $P(M_x/\Phi_a)$ – вероятности предотвращения авиационных событий по итогам внедрения мероприятий M_x по снижению риска авиационных событий; C_{0xa} – постоянная процесса, характеризующая скорость изменения процесса (повышение безопасности полётов), $a = \text{const}$.

С целью обеспечения или повышения безопасности полётов авиакомпаниями могут разрабатываться и применяться различные мероприятия, направленные на устранение негативных факторов, к примеру:

- совершенствование лётной и технической эксплуатации авиационной техники;
- совершенствование технологии технического обслуживания и ремонта авиационной техники;
- совершенствование эксплуатационно-технических характеристик авиационной техники;
- модернизация или создание новых бортовых и наземных средств обеспечения полетов;
- внедрение автоматизированных систем контроля.
- уточнение или изменение инструктивных, нормативных документов;
- повышение качества профессиональной подготовки лётного состава, персонала, инженерных служб и др.

Мероприятия по снижению рисков авиационных происшествий характеризуются вероятностью предотвращения авиационных событий. Вероятность предотвращения авиационных событий – отношение интенсивности потока

авиационных событий определенного типа после внедрения предотвращающих мероприятий, к интенсивности потока этих событий, которая была до внедрения мероприятий:

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda_{\text{пр}}}{\lambda_{\text{общ}}} \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{общ}}$ – исходная интенсивность потока j -го типа авиационных событий до внедрения мероприятий по снижению авиационных рисков; $\lambda_{\text{пр}}$ – интенсивность потока авиационных событий j -го типа с учетом предотвращающих мероприятий.

В рамках повышения эффективности управленческих решений в СУБП в части снижения рисков авиационных событий, с учетом дилеммы «Защиты и Производства», на базе Ульяновского высшего авиационного училища гражданской авиации (институт), разработано программное обеспечение «AviaExpenses», предназначенное для расчета оптимальной вероятности предотвращения авиационных происшествий с учетом критерия минимальных суммарных затрат:

$$P_{\text{opt}_{\text{пр}}} = P(M_x/\Phi_a)_{\text{opt}} = 1 - \frac{\sum_{x=1}^Z C_{0xa}}{\sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot \sum_{q=1}^v T_q \cdot \overline{C_{ja}} \cdot P(\Phi_a / AC_j)} \quad (3)$$

Значение $P_{\text{opt}_{\text{пр}}}$ (минимум функции (1)) обеспечивает равенство затрат на мероприятия, снижающие риск, и расходов на ликвидацию возможного ущерба от авиационных событий. Достижение $P_{\text{opt}_{\text{пр}}}$ будет означать повышение приемлемого уровня безопасности полётов при минимальных суммарных затратах в СУБП авиационной компании. $P_{\text{opt}_{\text{пр}}}$ рассчитывается для каждого вида авиационных событий. Условный пример построения рельефа (вогнутой поверхности) суммарных затрат для двух типов авиационных событий приведён на рис. 1.

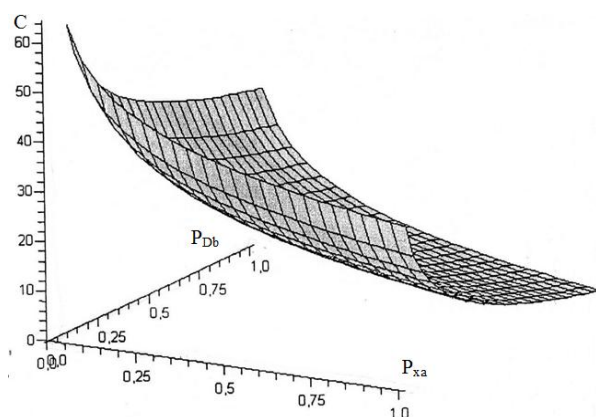


Рис. 1. Рельеф суммарных затрат для двух типов авиационных событий:

C – суммарные затраты в системе управления безопасностью полётов; P_{Db} – вероятность предотвращения аварий; P_{xa} – вероятность предотвращения катастроф

Разработка программного обеспечения велась в ключе трехзвенной архитектуры, в которой разделены части хранения данных (СУБД), обработки информации (сервер) и взаимодействия с пользователем (клиентская часть). Программное обеспечение создано на основе использования таких технологий, как Microsoft SQL Server 2012, SQLEXPRESS, Silverlight, LightSwitch, язык C# с использованием платформы NET 4.5. Структура хранения данных содержит в себе информацию о типах событий

(Events, Events Types), типах самолётов (Plane groups, Planes), типах факторов (Factors, Factor Types), взаимосвязи событий и факторов (Event Factors), предотвращающих мероприятиях (Prevent Action Types), расчетах и заданных условиях определённой задачи (Solves, Solve Prevent Actions). Блок-схема структуры хранения данных изображена на рис. 2. Пример окна ввода данных по событиям представлен на рис. 3, по мероприятиям – на рис. 4.

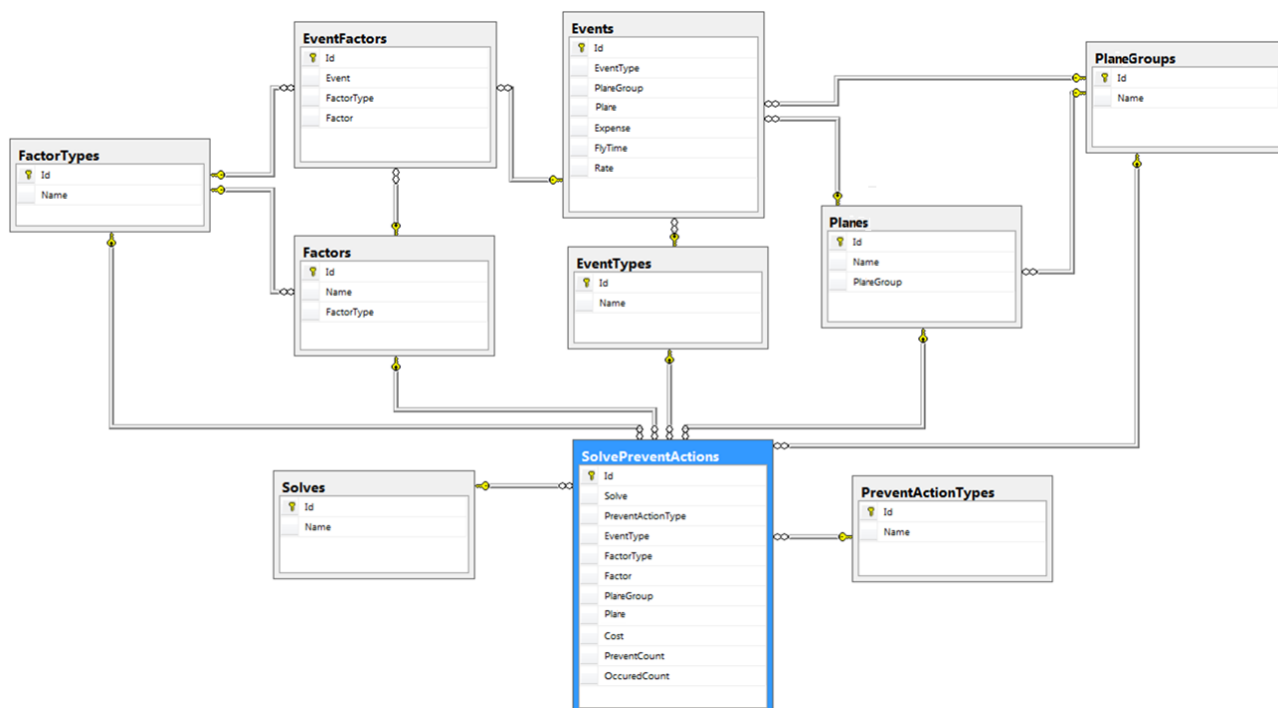


Рис. 2. Блок-схема структуры хранения данных

ТИП СОБЫТИЯ	ГРУППА САМОЛЁТА	САМОЛЁТ	УЩЕРБ	НАЛЕТ	ИНТЕНСИВНОСТЬ
Авария	Ил	Ил -1	1 000 000,00	8000	0,0010000000000000
Авария	Ил	Ил -1	1 500 000,00	4000	0,0010000000000000
Авария	Ил	Ил -2	10 000,00	7000	0,0010000000000000
Инцидент	Airbus	A321-1	50 000,00	500000	0,0100000000000000
Инцидент	Airbus	A321-1	80 000,00	15000	0,0100000000000000
Серьезный...	Tu	Tu-204	60 000,00	20000	0,0100000000000000
Серьезный...	Tu	Tu-204	70 000,00	30000	0,0100000000000000
Серьезный...	Tu	Tu-204	150 000,00	200000	0,0001000000000000
Серьезный...	Tu	Tu-204	250 000,00	300000	0,0000100000000000

ТИП ФАКТОРА	ФАКТОР
Технические	Отказ двигателя
Технические	Разрушение конструкции шасси при рулении
Технические	Повреждение самолёта на ВПП при взлёте...

Сохранить Обновить

Рис. 3. Окно ввода данных по событиям

Рис. 4. Окно ввода данных по мероприятиям

Рис. 5. Окно ввода данных для расчетов

Используя информацию базы данных, оператор в разделе «Список расчетов» (рис. 5) формирует условия задачи с введением стоимости предотвращающих мероприятий.

Программное обеспечение, проверяя исходные данные на корректность, рассчитывает на основании формул (1) и (3) оптимальную вероятность предотвращения авиационных событий (для всех типов событий), соответствующие минимальные суммарные затраты и формирует перечень мероприятий, максимально сокращающих риск с суммарной стоимостью, не превышающей минимальных суммарных затрат, соответствующих $P_{\text{опт,пр}}$ (рис. 6).

Результаты расчетов выводятся на экран по форме, представленной на рис. 7. Отчет содержит рассчитанные значения оптимальной вероятности предотвращения авиационных событий, соответствующие минимальные

суммарные затраты, сформированный из базы данных перечень мероприятий, внедрение которых позволяет оптимально снизить уровень рисков авиационных происшествий и инцидентов с учетом рассчитанного значения вероятности предотвращения.

Выводы: с помощью разработанного программного обеспечения разработка оптимальных управленческих решений по предотвращению авиационных происшествий в авиакомпаниях может выполняться в автоматизированном режиме. Программное обеспечение расчета оптимальной вероятности предотвращения авиационных происшествий может быть интегрировано в существующие автоматизированные системы идентификации и оценки уровня рисков авиационных происшествий, что позволит создать практически полностью автоматизированную СУБП в авиационной компании.

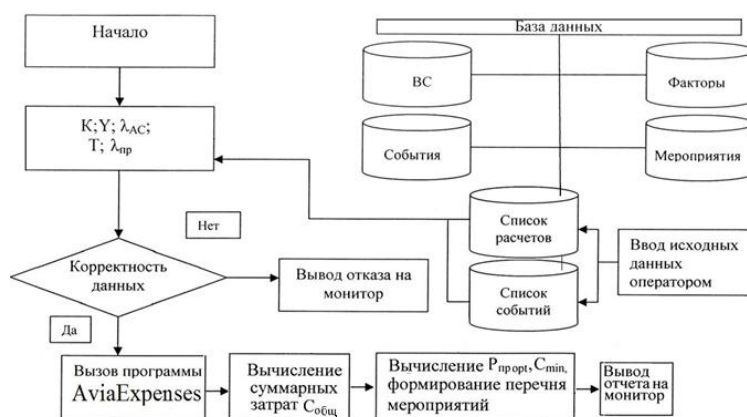


Рис. 6. Алгоритм вычислений программного обеспечения «AviaExpenses»

Набор мероприятий с суммарным минимальным риском
Мероприятия на сумму 2690000

Авария			
C 0:	126 666,67	P opt:	0,9951
		C:	20 022 857,14
Мероприятие: Доработка АТ			
Тип самолета:	Ту	Самолет:	Ту-204
Группа фактора:	Технические	Фактор:	Разрушение конструкции шасси при рулении
Стоимость:	100 000,00	Вероятность предотвращения:	0,5000
Мероприятие: Обучение персонала			
Тип самолета:	Ту	Самолет:	Ту-204
Группа фактора:	Человеческие	Фактор:	Нарушение
Стоимость:	100 000,00	Вероятность предотвращения:	0,2857
Мероприятие: Совершенствование ремонта АТ			
Тип самолета:	Ту	Самолет:	Ту-214
Группа фактора:	Технические	Фактор:	Повреждение самолёта на ВПП при взлёте из возникновения крена
Стоимость:	140 000,00	Вероятность предотвращения:	0,2500
Суммарная стоимость мероприятий:		340 000,00	
Риск и мероприятия:		14 744 761,90	

Рис. 7. Отчет программного обеспечения «AviaExpenses»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Морозова, О.О. Повышение эффективности мероприятий по предотвращению авиационных событий при минимальных суммарных затратах // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России-2012: сб. трудов Всерос. науч.-практ. интернет-конференции преподавателей, научных работников и аспирантов, 1 марта 2012 г. – Иркутск: ИФ МГТУ ГА, 2012. С. 182-186.
2. Морозова, О.О. Определение значений рисков реализации авиационных катастроф с учетом внедрения предотвращающих мероприятий в системе управления безопасностью полётов // Научн. вест. МГТУ ГА. 2013. № 192. – С. 42-46.
3. Морозова, О.О. Оптимизация управленческих решений в системе управления безопасностью полётов авиакомпаний на основании математической модели суммарных затрат // Научн. вест. МГТУ ГА. 2013. № 197. С. 145-147.
4. Руководство по управлению безопасностью полётов (РУБП): Doc. 9859-AN/474. – Монреаль : ИКАО, 2013. 300 с.

SOFTWARE OPTIMIZATION IN THE PROCESS OF RISK MANAGEMENT OF AVIATION EVENTS IN AIRLINES' FLIGHT SYSTEM MANAGEMENT SAFETY WITH THE CRITERION OF MINIMUM TOTAL COST

© 2014 O.O. Morozova

OGKU «Ulyanovsk region Aviation Cluster Development»

In the article presents description of the software that allows to optimization of management decisions in the flight system management safety of airlines.

Key words: safety, risk management, efficiency, software

Olga Morozova, Leading Specialist. E-mail: transport.ulgov@yandex.ru