

УДК 629.735.33:004.021

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕВОЗОК

© 2012 А.А. Бутов¹, М.А. Волков¹, В.П. Макаров², А.И. Орлов³, В.Д. Шаров⁴

¹ Ульяновский государственный университет

² Московский государственный технический университет гражданской авиации

³ Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

⁴ Группа компаний “Волга-Днепр”, г. Москва

Поступила в редакцию 05.10.2012

Разработка методов предотвращения авиационных происшествий является актуальной научной задачей снижения уровня аварийности в гражданской авиации. В статье рассматриваются проблемы создания таких методов и их реализации в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий.

Ключевые слова: Прогнозирование, оценка риска, авиационное происшествие, “дерево”, экспертные оценки.

ВВЕДЕНИЕ

Группа компаний (ГрК) “Волга-Днепр”, являющаяся крупнейшим авиационным грузоперевозчиком РФ и контролирующая более 50% мирового рынка авиаперевозок негабаритных грузов, уделяет особое внимание внедрению передовых методов управления безопасностью полетов. В 2010 г. ГрК совместно с Ульяновским государственным университетом инициировала инновационный проект по разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок (АСППАП), который был поддержан Правительством РФ в рамках выполнения Постановления № 218 от 9 апреля 2010 г. К работе в качестве консультантов были подключены ведущие ученые РФ в области управления безопасностью полетов, риск-менеджмента и “человеческого фактора” из МГТУ ГА, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Санкт-Петербургского ГУ ГА, Межгосудар-

ственного Авиационного Комитета, ОКБ Миля и других организаций. Для обеспечения высокопрофессиональной экспертной оценки хода реализации проекта сформирован экспертный совет при Президенте ГрК под руководством член-корр. РАН Н.А. Махутова.

Цель проекта – повышение безопасности полетов воздушных перевозок за счет перехода в авиакомпаниях ГрК (а затем и в других авиакомпаниях) к превентивной системе управления рисками безопасности полетов на основе их количественной оценки с использованием программных средств и математического моделирования.

Разрабатываемая система направлена на решение следующих основных задач:

1) оперативный прогноз вероятности авиационного события в предстоящем полете с указанием факторов опасности (угроз) и их сочетаний и возможностью корректировки прогноза с учетом предлагаемых вариантов управленческих решений;

2) долгосрочный прогноз периодов критической вероятности авиационного происшествия с указанием факторов опасности (угроз) и их сочетаний и возможностью корректировки прогноза с учетом принимаемых вариантов управленческих решений;

3) количественная оценка рисков для безопасности полетов в стоимостной и натуральной форме на основе анализа информации об эксплуатационной деятельности авиакомпании;

4) мониторинг принятых в авиакомпании показателей уровня безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий (ПАП) с обеспечением автоматизированной процедуры расчета текущих и директивных уровней.

5) формирование проектов управленческих решений по БП и ПАП, с оценкой их эффективности и создания информационной системы их

Бутов Александр Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой.

E-mail: pt@ulsu.ru, butov@mv.ru

Волков Максим Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой.

E-mail: volkov_max@hotmail.ru

Макаров Валерий Петрович, аспирант.

E-mail: valmaka@yandex.ru

Орлов Александр Иванович, доктор экономических наук, доктор технических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, директор Института высоких статистических технологий и эконометрики.

E-mail: prof-orlov@mail.ru

Шаров Валерий Дмитриевич, кандидат технических наук, заместитель директора Департамента предотвращения авиационных происшествий.

E-mail: V.Sharov@Volga-Dnepr.com

учета и контроля.

Проблемы разработки АСППАП обсуждались на ряде международных и всероссийских научных конференций [1 – 6].

Кратко рассмотрим методы решения основных задач АСППАП.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Прогноз вероятности авиационных происшествий выполняется на основе моделирования развития авиационных событий в полете в виде 12 “деревьев”, которые представляет собой логические схемы, отражающие возможные сценарии развития события от проявлений факторов опасности и их комбинаций через промежуточные события и барьеры безопасности к авиационным происшествиям определенного типа. Другими словами, “дерево” представляет собой графическую модель причинно-следственных связей событий, вершиной которого является прогнозируемое событие, а основанием – факторы опасности, инициирующие и/или сопутствующие развитию авиационного события. Методология построения “деревьев” описана в статье [7].

Тип событий – непосредственно наблюдаемые обстоятельства особой ситуации с воздушным судном на земле или в воздухе [8], например: выкатывание за пределы ВПП, потеря управляемости в полете и другие типы событий.

Для описания причинно-следственных связей “деревя” анализируется информация из различных источников:

- официальных отчетов о расследовании авиационных событий;
- руководств, инструкций и положений авиакомпании, связанных с выполнением и обеспечением безопасности полетов, в которых описаны действия экипажа в различных особых ситуациях,
- технической документации с описанием конструкции и систем самолетов, эксплуатирующихся в авиакомпании;
- аналитических и статистических исследований различных организаций в области безопасности полетов.

Возможны тысячи различных сценариев развития авиационных событий, и смоделировать каждый из них, изучив даже всю мировую статистику авиационных происшествий и инцидентов, невозможно, так как остаются еще нереализованные сценарии.

Цель построения “деревя” – описать наиболее типичные и кратчайшие пути развития наиболее опасных авиационных событий.

На основе математического описания причинно-следственных связей “деревя” формируется модель прогнозирования вероятности авиационных происшествий.

В качестве исходных данных для модели прогнозирования используются результаты рас-

шифровки записей средств объективного контроля полетов, данные по надежности авиационной техники, российская и мировая статистика авиационных событий, метеоинформация, базы данных авиационного страхования об ущербе от авиационных происшествий в мире, информация по авиационной безопасности, в том числе об уровне защищенности объектов от террористической деятельности.

Использование “деревя” позволяет до фактического полета оценить для конкретных условий – назначенных на предстоящий полет экипажа и воздушного судна, аэродромов взлета и посадки, ожидаемых метеорологических условий, - прогнозируемую вероятность определенного типа авиационных событий и выявить потенциально влияющие на это событие факторы опасности.

ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ

В проекте большой объем занимают работы с применением экспертных технологий [9]. Выделен набор прикладных задач, для решения которых необходимо применение экспертных оценок. Так, при краткосрочном прогнозировании эксперты оценивают передаточные коэффициенты причинно-следственных связей дерева (условные вероятности в обобщенных формулах Байеса) при отсутствии достаточного объема статистических данных.

Для прогнозирования авиационных событий в Центре управления воздушными перевозками выбрана для использования “светофорная система” (т.е. трехбалльная система: зеленый – желтый – красный), границы между областями определены с помощью экспертов. Правила принятия решений при том или ином сочетании цветов 12 светофоров могут быть выработаны только путем многоэтапной экспертной процедуры с участием опытного летного состава.

Долгосрочный прогноз периодов критической вероятности авиационного происшествия строится на основе оценки значений факторов опасности (угроз) по группам «Человек», «Машина», «Среда». Всего выделено около 400 факторов опасности. Необходимо использовать иерархическую систему факторов опасности – единичные, групповые, обобщенные. Как для оценивания многих единичных факторов опасности, так и для их агрегирования в факторы опасности, стоящие выше в иерархической системе, необходимо применение процедур экспертного оценивания.

Большинство алгоритмов сбора и анализа экспертных оценок основано на предположении, что экспертные оценки измерены в порядковых шкалах, поскольку экспертам (летному составу, а именно, командирам воздушных судов (КВС) и вторым пилотам), в частности, легче сказать, какое событие встречается чаще, а какое реже, чем оценить число осуществлений событий на

1000 полетов. Проводить оценивание в абсолютной шкале (оценивать вероятности событий) эксперты не берутся, в то время как задачи сравнения событий по частоте встречаемости или оценки их по встречаемости условными баллами (значениями качественных признаков) не вызывают сложностей. Этот факт, обнаруженный при работе с летным составом авиакомпании «Волга-Днепр», полностью соответствует положениям теории экспертных оценок [9].

Как правило, экспертные оценки используются в тех случаях, когда статистические данные недостаточны, отсутствуют или в настоящее время недоступны. По мере проведения дополнительных исследований по сбору и анализу данных результаты экспертных процедур будут заменяться на объективные данные.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Количественная оценка рисков для безопасности полетов в стоимостной и натуральной форме проводится на основе анализа информации об эксплуатационной деятельности авиакомпании (АК). Риск в стоимостном выражении на первом этапе развития системы АСППАП оценивается стоимостью среднего ожидаемого ущерба в денежном эквиваленте, рассчитанном на 1 час полета. Риск в натуральном выражении – это вероятность гибели человека или нанесения непоправимого вреда здоровью, а также безвозвратной потери уникального самолета Ан-124-100 в результате авиационного происшествия (АП), приведенная на 1 час полета.

На следующих этапах выполнения проекта предполагается рассмотреть использование квантилей функции распределения случайного ущерба, а также моделей оценки, анализа и управления рисками на основе теории нечетких множеств и статистики интервальных данных [3].

Система АСППАП должна выполнять расчет риска по каждому типу авиационных событий (АС) и общего риска, выявлять наиболее значимые факторы опасности в группах «Человек», «Машина», «Среда». Конечной целью АСППАП является поддержка принятия управленческих решений (УР) по снижению риска АП. Для решения данной задачи формируется база данных (БД), которая содержит наборы рекомендаций по УР оперативного, среднесрочного и долгосрочного характера с оценкой их эффективности.

Разработаны две методики прогнозирования эффективности УР. Одна из них основана на описанных в [10] результатах адаптации в авиакомпании «Волга-Днепр» опыта группы *Commercial Aviation Safety Team* (США), вторая – на непосредственной подстановке в алгоритм расчета риска значений воздействия УР на ве-

роятность проявлений ФО. Первая методика рассмотрена ниже.

Риск каждого типа АС R_i и общий риск R в АСППАП рассчитываются как:

$$R^i = P_i S_i; \quad R = \sum_{i=1}^n R_i;$$

где P_i – вероятность АС типа i , S_i – средний ущерб при осуществлении АС типа i , n – число типов АС, $n = 12, i = 1 \dots 12$.

Методики расчетов рисков для оперативного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования в целом аналогичны и различаются только наборами исходных данных.

В АСППАП устанавливаются приемлемые уровни риска для одного АС и для суммарного риска авиакомпании (светофорная модель). При превышении этих уровней по одному/нескольким АС или суммарного риска система АСППАП указывает факторы опасности (ФО), которые внесли наибольший вклад в риск, выдает предупреждение и формирует рекомендации по УР.

Поскольку общее количество ФО превышает 400, что делает невозможным их непосредственное оценивание и использование для оценки рисков, необходимо использовать «свертку» ФО в виде укрупненных факторов опасности (УФО). Используется единый набор УФО, из него для каждого конкретного АС берется поднабор, для разных АС некоторые соответствующие им УФО могут совпадать. В математической модели оценивания рисков каждый используемый для i -го АС УФО имеет двойной индекс ik , где $k = 1 \dots u(i)$ – номер УФО для i -го АС. На основании экспертного оценивания, выполняемого по современным технологиям [9], рассчитывается вклад

$$G_{ik} \in (0,1), \quad \sum_{k=1}^{u(i)} G_{ik} = 1,$$

каждого k -го УФО в общий риск i -го АС.

Каждое УР характеризуется следующими параметрами:

- эффективностью воздействия УР на УФО в виде доли предотвращенного риска $F_j^{ik} \in (0,1), j = 1 \dots m$ – номер УР, m – общее число возможных УР;

- степенью внедрения УР с номером j в виде доли летного персонала, прошедшая обучение, части парка ВС, на которой проведена проверка агрегатов и т. д., $H_j \in (0,1)$;

- стоимостью C_j реализации УР с номером j .

На основании известных формул теории вероятностей рассчитываются:

- вклад в риск i -го АС, приходящийся на УФО с двойным индексом ik ,

$$R^{ik} = R_i G_{ik};$$

- вероятность того, что УФО с двойным индексом ik не проявится при внедрении одного управляющего воздействия с номером j ;

$$Q_j^{ik} = H_j F_j^{ik};$$

- вероятность того, что УФО не проявится при внедрении всех УР¹

$$Q^{ik} = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - H_j F_j^{ik});$$

- устраненный риск УФО с двойным индексом ik (т.е. уменьшение риска) после внедрения одного УР с номером j :

$$\Delta R_j^{ik} = R^{ik} Q_j^{ik};$$

- остаточный риск УФО с двойным индексом ik после внедрения УР с номером j :

$$R_{jo}^{ik} = R^{ik} - \Delta R_j^{ik};$$

- устраненный риск УФО с двойным индексом ik после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$\Delta R^{ik} = R^{ik} Q^{ik};$$

- остаточный риск УФО с двойным индексом ik после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$R_o^{ik} = R^{ik} - \Delta R^{ik};$$

- устраненный риск АС после внедрения одного УР с номером j :

$$\Delta R_j^i = \sum_{k=1}^{u(i)} \Delta R_j^{ik};$$

- остаточный риск АС после внедрения УР с номером j :

$$R_{jo}^i = R^i - \Delta R_j^i;$$

- устраненный риск АС после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$\Delta R^i = \sum_{j=1}^m \Delta R_j^i;$$

- остаточный риск АС после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$R_o^i = R^i - \Delta R^i;$$

- общий устраненный риск АК после внедрения данного УР с номером j :

$$\Delta R_j = \sum_{i=1}^n \Delta R_j^i;$$

- общий остаточный риск АК после внедрения данного УР с номером j :

$$R_{jo} = R - \Delta R_j;$$

- общий устраненный риск АК после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$\Delta R = \sum_{j=1}^m \Delta R_j;$$

- общий остаточный риск АК после внедрения всех рассматриваемых УР:

$$R_o = R - \Delta R;$$

- доля общего риска, устраненная УР с номером j :

$$\Delta R_j (\%) = \frac{\Delta R_j}{R} 100\%;$$

- прогноз общей эффективности УР с номером j :

$$\Delta R_j^C = \frac{\Delta R_j}{C_j};$$

- эффективность УР с номером j для данного АС с номером i :

$$\Delta R_j^{iC} = \frac{\Delta R_j^i}{C_j}.$$

Таким образом, руководителю, принимающему решение (РПР), предоставляется оценка каждого УР и их сочетаний по нескольким критериям: снижению общего уровня риска, снижению риска отдельных типов, снижению риска на единицу вложенных в УР средств и др.

Выбор критерия для оценки и окончательное принятие решения остается за РПР. Наилучший набор управленческих решений (включая степени их внедрения) может быть найден путем решения соответствующей оптимизационной задачи.

НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ АСППАП

Создание АСППАП потребовало выполнения большого числа конкретных научных работ. Так, проведено моделирование развития авиационных событий на различных этапах полета в виде 12 “деревьев” с передаточными коэффициентами при движении от входных данных к вершинам “деревьев”. Предложены новые процедуры экспертных оценок. Разработаны методы краткосрочного и долгосрочного прогнозирования, оценки и управления рисками. Можно констатировать, что АСППАП позволит значительно уменьшить вероятности АП и соответствующие риски.

Целесообразно обсудить некоторые направления дальнейшего развития АСППАП. На второй стадии проекта целесообразно провести исследования в следующих областях:

1. В АСППАП применяются разнообразные статистические методы анализа данных. Целесообразно исходить из современной парадигмы

¹ 1) Предполагается независимость результатов от различных УР. Формула используется в качестве первого приближения и в дальнейшем будет заменена на формулу, учитывающую их совместное воздействие.

2) Аналогичным образом могут быть получены выражения для вероятностей “непроявления” УФО при внедрении любого количества УР в любых сочетаниях.

прикладной статистики [11]. В частности, необходимо использовать (при необходимости – разработать) соответствующие непараметрические методы. Это позволит избавиться от нереалистического предположения о нормальности распределения используемых случайных величин, что необходимо, поскольку хорошо известно, что распределения почти всех видов реальных данных отличны от нормальных, а также не могут быть отнесены к каким-либо параметрическим семействам распределения [12].

2. По аналогичным причинам при анализе надежности технических устройств (группа факторов опасности “Машина”) необходимо избавиться от нереалистического предположения экспоненциальности распределений случайных величин.

3. Отказ от параметрических моделей необходим и при изучении трендов временных рядов с целью прогнозирования - от линейной модели тренда и модели в виде начального отрезка ряда Фурье целесообразно перейти к тренду произвольного вида.

4. При долгосрочном прогнозировании надо оценивать не только моменты достижения заданного граничного значения, но и интервалы повышенной вероятности осуществления АС, т.е. не только функцию распределения, но и интенсивность.

5. Необходимо изучить возможность рассмотрения ФО как независимых событий и величин (в смысле теории вероятностей). При обнаружении зависимостей между ФО предстоит разработать адекватные методы расчетов совместного действия ФО.

6. Разработать иерархическую систему УФО, а для этого - методы агрегирования единичных ФО в групповые и обобщенные УФО.

7. Как уже отмечалось, на первой стадии разработки АСППАП предполагается независимость воздействий на риски, вызванных различными УР. Этот подход используется в качестве первого приближения. В дальнейшем должны применяться алгоритмы, учитывающие совместное воздействие УР.

8. Число АС мало по сравнению с общим числом полетов, а потому частоты АС – малые числа с большим относительным разбросом. Следовательно, статистические методы в таких случаях не могут дать достаточно достоверных результатов. Это обосновывает широкое использование экспертных процедур в АСППАП. Необходимо разработать и включить в АСППАП методы доверительного оценивания вероятностей событий (нижних и верхних границ для них) в случае малых чисел.

9. Общая формулировка дальнейших исследований такова: во всех алгоритмах АСППАП следует изучить устойчивость выводов по отношению к допустимым отклонениям входных переменных и предпосылок модели в соответствии с “общей схемой устойчивости” [12] и дать рекомендации по использованию результатов таких исследований при принятии управленческих решений.

10. Другое направление дальнейших исследований: сопоставить результаты экспертных

оценок с результатами анализа данных статистическими методами, разработать новые экспертные методы для решения ряда задач проекта (см., например, задачи, описанные в пп.5 и 6 выше), в частности, выявить влияние численности и состава комиссий экспертов на точность выводов, а затем разработать рекомендации по применению статистических и экспертных методов при решении конкретных задач проекта.

11. Теория устойчивости математических моделей технико-экономических систем рекомендует обрабатывать одни и те же исходные данные различными способами с целью дальнейшего сравнения полученных результатов и выделения инвариантных выводов, соответствующих реальности. Поэтому необходимо разработать систему прогнозирования и поддержки принятия решений со стоимостной оценкой их эффективности на основе методологии факторного анализа показателей безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий.

Прогнозы, разработанные этой системой, позволяют учесть в большей степени события, имевшие место в авиакомпании, использующей систему. Сравнение этих прогнозов с результатами АСППАП позволит РПР принимать более взвешенные решения. Имеется в виду, что план УР по БП в любой АК в значительной степени ориентирован на события в этой АК, даже не очень существенные в масштабах отрасли. Отметим, что на результаты расчетов АСППАП события в конкретной АК будут слабо влиять, их “забьет” статистика отрасли. Например, если один из КВС рассматриваемой АК допустил грубую посадку с перегрузкой, скажем, 2,0, то в АСППАП она заметно увеличит вероятность для дерева МАС только для этого КВС при оперативном прогнозе его полета, а в среднесрочном риске (в среднем по АК) вклад этой грубой ошибки будет незаметен. Это будет вызывать непонимание пользователей, т. к. по случаю допущенной грубой ошибки обязательно будут проведены специальный разбор, учеба и т. д. В такой ситуации система прогнозирования и поддержки принятия решений со стоимостной оценкой их эффективности на основе методологии факторного анализа показателей безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий и сыграет свою роль, т. к. она основана на влиянии на показатели АК только событий в этой АК. Можно сказать, что указанная система является в определенном смысле естественным дополнением первой стадии АСППАП.

12. По аналогичным соображениям целесообразна разработка методики прогнозирования периода критической вероятности авиационного происшествия на основе методологии экспертного оценивания.

Перечень областей, в которых целесообразно провести исследования, можно продолжить. Но и приведенных соображений достаточно для констатации необходимости дальнейшего развития АС-

ППАП. Хорошо известно, что такого рода большие автоматизированные системы развиваются десятилетиями, переходя от стадии к стадии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Постановления Правительства РФ № 218.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бутов А.А., Орлов А.И., Шаров В.Д.* Проблемы управления группой авиакомпаний // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Материалы Пятой международной конференции (3-5 октября 2011 г., Москва, Россия) Том II. М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, 2011. С.22-25.
2. *Бутов А.А., Орлов А.И., Сирота В.В., Шаров В.Д.* Принятие решений при разработке системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Теория активных систем: Труды международной научно-практической конференции (14-16 ноября 2011 г., Москва, Россия). Том I. Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. М.: ИПУ РАН, 2011. С.112-115.
3. *Орлов А.И., Рухлинский В.М., Шаров В.Д.* Экономическая оценка рисков при управлении безопасностью полетов // Материалы I Международной конференции “Стратегическое управление и контроллинг в некоммерческих и публичных организациях: фонды, университеты, муниципалитеты, ассоциации и партнерства”: выпуск №1 [под научн. ред. С.Л. Байдакова и С.Г. Фалько]. М.: НП “ОК”, 2011. С. 108-114.
4. *Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Рухлинский В.М., Санников И.А., Шаров В.Д.* Прогнозирование безопасности полетов и экономическая оценка рисков. - Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 5 / Материалы Тринадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 10-11 апреля 2012 г. [под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера]. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С.43-45.
5. *Шаров В.Д., Макаров В.П., Орлов А.И., Волков М.А., Санников И.А., Рухлинский В.М.* Контроллинг при управлении безопасностью полетов. – Материалы II Международного Конгресса по контроллингу: выпуск №2 [под ред. С.Г. Фалько]. М.: НП “Объединение контроллеров”, 2012. С.222-232.
6. *Шаров В.Д., Макаров В.П., Орлов А.И.* Прогнозирование и предотвращение авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Самолетостроение России. Проблемы и перспективы: материалы симпозиума с международным участием / Самарск. гос. аэрокосм. ун-т. Самара: СГАУ, 2012. С.430-431.
7. *Шаров В.Д., Макаров В.П.* Методология применения комбинированного метода FMEA-FTA для анализа риска авиационного события // Научный вестник МГТУ ГА, серия Эксплуатация воздушного транспорта. Безопасность полетов, №174, 2011. С.18-24.
8. Руководство по информационному обеспечению автоматизированной системы обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации (АСОБП). М.: Аэронавигационное консалтинговое агентство, 2002.
9. *Орлов А.И.* Организационно-экономическое моделирование: Ч.2. Экспертные оценки. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 486 с.
10. *Зубков Б.В., Шаров В.Д.* Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке системы управления безопасностью полетов. М.: МГТУ ГА, 2010. 196 с.
11. *Орлов А.И.* Новая парадигма прикладной статистики // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. №1, часть I. С.87-93.
12. *Орлов А.И.* Прикладная статистика. М.: Экзамен, 2006. 671 с.

THE AUTOMATED SYSTEM OF AVIATION ACCIDENTS FORECASTING AND PREVENTION AT THE ORGANIZATION AND PERFORMANCE OF FLIGHTS

© 2012 A.A. Butov¹, M.A. Volkov¹, V.P. Makarov², A.I. Orlov³, V.D. Sharov⁴

¹ Ulyanovsk State University

² Moscow State University of Civil Aviation

³ Bauman Moscow State Technical University

⁴ Volga-Dnepr Group, Moscow

Creation of scientific methods of aviation accidents prevention is important for reduce of accident rate in civil aviation. Problems of creation of such methods and their realizations in the automated system of forecasting and prevention of aviation accidents are considered.

Keywords: Forecasting, a risk estimation, aviation accident, “tree”, expert estimations

Alexander Butov, Dr. Sci.Phys.-Math., Professor, the Head at the Applied Mathematics Department.

E-mail: pm@ulsu.ru, butov@mv.ru

Maxim Volkov, PhD.Math., Associate Professor, the Head at the Information Technologies Department.

E-mail: volkov_max@hotmail.ru

Valery Makarov, Post-Graduate Student of the Flight Safety Department. E-mail: valmaka@yandex.ru

Alexander Orlov, Dr.Sci.Tech., Dr.Sci.Econ., PhD.Math., Professor, the Head of Institute of High Statistical Technologies and Econometrics. E-mail: prof-orlov@mail.ru

Valery Sharov, PhD.Tech, Deputy Director of Aviation Accident Prevention Department.

E-mail: V.Sharov@Volga-Dnepr.com