

ФОРМИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ¹

д.т.н., проф. *А.Г. Гузий*, ВВИА им. Н.Е. Жуковского, ООО «Волга-Днепр-Москва»

Необходимым условием перехода к «проактивной» стратегии предотвращения авиационных происшествий (ПАП) через управление уровнем безопасности предстоящих полетов [1] является априорное оценивание текущего и прогнозного состояния эксплуатируемой совокупности компонентов авиационно-транспортной системы (АТС). Такое оценивание должно производиться по количественным показателям уровня безопасности полетов (БП), вероятности проявления и степени влияния идентифицируемых факторов риска авиационного происшествия (АП) и факторов предотвращения АП. Опыт летной эксплуатации воздушных судов (ВС) и накапливаемый объем статистической информации достаточно достоверно отражают достигнутый уровень БП на заключительном этапе массовой эксплуатации некоторых типов ВС. Но на начальном этапе эксплуатации или при эксплуатации малочисленного парка ВС и малосерийных типов ВС, особенно в условиях децентрализации авиации, статистических данных явно не достаточно. Наиболее доступными и, как показывает опыт, достаточно эффективными остаются методы экспертных исследований состояния АТС [2], как сложной динамической системы эргатического типа. Однако достоверность получаемых оценок в значительной степени зависит от количественного и от качественного состава экспертной группы.

Процесс комплектования и оптимизации состава экспертной группы можно представить в виде некоторой последовательности действий, согласно приведенному на рисунке алгоритму.

Источники комплектования экспертной группы

Комплектуется экспертная группа руководителями соответствующего уровня, ведущими (главными, старшими) сотрудниками и специалистами, отвечающими ряду общих и специфических требований [2, 3, 4]:

- широкий кругозор, высокий уровень общей эрудиции в области БП;
- глубокие специальные знания и опыт по выбранным направлениям в обеспечении БП;
- системный подход, аналитическое мышление, способность к адекватному отображению реального состояния БП в авиакомпании (АК), организации;
- наличие психологической установки на перспективу в деятельности АК, организации;
- наличие профессионального интереса к решаемой проблеме;
- наличие производственного и/или исследовательского опыта в обеспечении БП;
- относительная стабильность оценки во времени при отсутствии дополнительной информации, которая может объективно влиять на оценку (отсутствие обилия вариантов в зависимости от прогнозируемых условий деятельности АК или организации, приоритет – наиболее вероятным вариантам развития);
- способность к выработке заключений и рекомендаций;
- способность к аргументированному обоснованию неординарности заключений и рекомендаций;
- ответственность за выданные заключения и рекомендации.

¹ Продолжение. Начало «Проблемы безопасности полетов» № 10, 2006

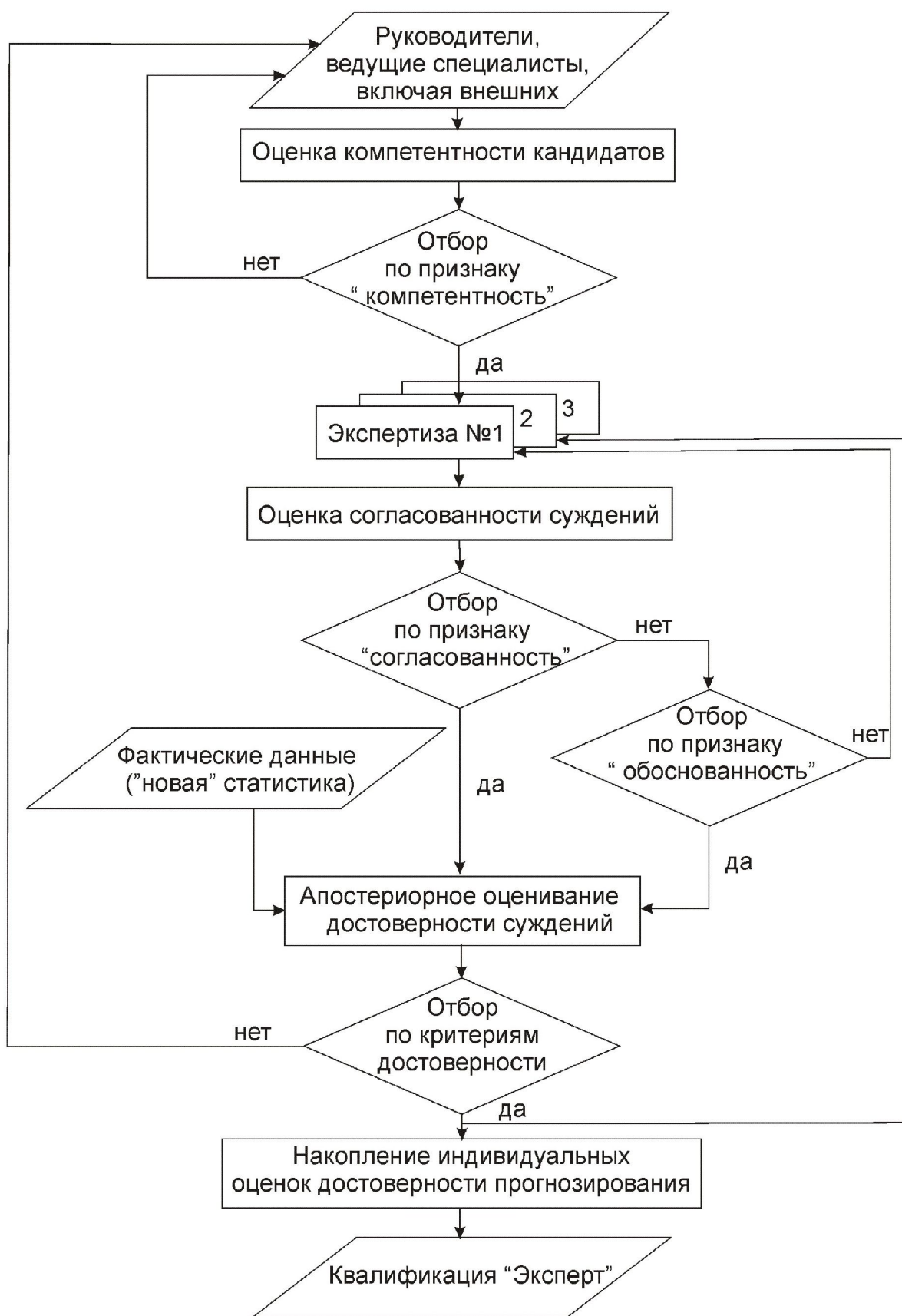


Рис. Алгоритм формирования и оптимизации состава группы экспертов в области БП и ПАП

Состав группы должен быть не менее 10 человек. Рекомендуемое количество – от 15 до 30. Кроме того, необходимо предусмотреть некоторый постоянный запас экспертов

от 3 до 5 человек - для обеспечения возможности исключения промахов и оптимизации качественного состава группы по результатам исследований без сокращения количественного состава. При отсутствии в АК (организации) достаточного количества специалистов требуемой компетентности в исследуемой области, к работе в составе экспертной группы целесообразно привлекать внешних специалистов, соответствующих предъявляемым требованиям.

Априорная оценка компетентности экспертов (кандидатов)

Степень соответствия эксперта предъявляемому комплексу требований характеризует его *компетентность* [5]. В свою очередь, уверенность в компетентности эксперта, выраженная количественным показателем, позволяет определить его способность к экспертизе еще на этапе подготовки к исследованиям и учитывать его взвешенное мнение при обработке результатов экспертизы (если индивидуальные оценки компетентности экспертов в группе существенно отличаются). В общем случае, индивидуальный «вес» или значимость мнения эксперта подлежит учету при отсутствии достаточного количества специалистов равновысокой компетентности.

Компетентность каждого эксперта определяется структурой и весомостью аргументов, послуживших ему основанием для ответа на поставленные вопросы, а также уровнем его осведомленности в рассматриваемой области знаний [5].

Структура аргументов учитывается коэффициентом аргументации K^{APG} , который соответствует формализованным сведениям о характере источников аргументации и о степени влияния каждого источника на принимаемые экспертом решения. Численное значение данного коэффициента определяется путем наложения табл. 1 на аналогичную таблицу с отмеченными в ней i -м экспертом клетками и последующего суммирования указанных в отмеченных клетках чисел. При планировании экспертного анализа по проблемам с явно выраженной практической направленностью пункт 2 таблицы 1 «Личный производственный и научный опыт» целесообразно разделить на два независимых пункта, либо сформулировать «Личный производственный **или** научный опыт». После многократного (периодического) привлечения группы экспертов к оцениванию одинаковых или однотипных объектов исследования структура таблицы 1 и ее содержание могут корректироваться в зависимости от достоверности полученных индивидуальных оценок экспертов.

При этом принимаются во внимание:

- суммарное значение K^{APG} не должно превышать 1;

Таблица 1

Числовые оценки значимости исходной информации, соответствующие сочетаниям источников аргументации с учетом их влияния на мнение эксперта

Источник аргументации	Степень влияния источников на мнение эксперта		
	высокая	средняя	низкая
Результаты теоретического анализа	0,30	0,20	0,10
Личный производственный и научный опыт	0,50	0,40	0,20
Результаты обобщения работ отечественных авторов	0,05	0,05	0,05
Результаты обобщения работ зарубежных авторов	0,05	0,05	0,05
Личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0,05	0,05	0,05
Интуиция	0,05	0,05	0,05

- значению $K^{APG}=1$ соответствует высокая степень влияния на мнение эксперта всех источников аргументации;

- значению $K^{APG}=0,8$ – средняя степень влияния;
- значению $K^{APG}=0,5$ – низкая степень влияния;
- значение коэффициента аргументации уменьшается при переходе от «производственного опыта» к «теоретическому анализу» и от последнего к прочим источникам аргументации.

Значение коэффициента аргументации для i -го эксперта определяется по формуле:

$$K_i^{APG} = \frac{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}}{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}^{max}}, \quad (1)$$

где γ_{ji} – оценка, отмеченная по i -му варианту j -го источника аргументации;
 γ_{ji}^{max} – максимальная оценка по i -му варианту;
 n – количество источников аргументации в табл. 1.

С учетом того, что по определению $\sum_{j=1}^n \gamma_{ji}^{max} = 1$ (если табл.1 не подвергается изменениям), рабочая формула имеет вид:

$$K_i^{APG} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji}. \quad (2)$$

Степень осведомленности эксперта в обсуждаемых вопросах учитывается коэффициентом осведомленности K^{OCB} . Он соответствует формализованным сведениям об осведомленности эксперта по каждому из обсуждаемых вопросов. Численное значение данного коэффициента определяется путем наложения таблицы 2 на аналогичную таблицу с отмеченными i -м экспертом клетками и последующим суммированием указанных в отмеченных клетках чисел.

Таблица 2

Числовые квалификационные оценки, соответствующие различным степеням осведомленности эксперта

Вопросы	Ответы							
	до 3 лет	4 года	5 лет	6 лет	7 лет	8 лет	9 лет	≥ 10 лет
Стаж работы в данной области	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
Наличие ученой степени и ученого звания в данной области	Доктор наук, профессор		Кандидат наук, доцент			Нет		
	0,70		0,50			0,00		
Наличие научных работ в экспертируемой области	Монография		Патент, АС		Статьи		Алгоритмы, программы	
	0,70		0,60		0,45		0,30	
Научно-организационная работа эксперта	Руководитель комплекса работ		Руководитель одной работы		Участник выполнения нескольких работ		Участник выполнения одной работы	
	0,60		0,50		0,40		0,30	

Участие в конференциях и семинарах по экспертируемой области	Междунарн. конф. и симпозиумы	Всерос. конф. и симпозиумы	Отраслев. конф. и семинары	Конф. организаций и предпр-ий
	0,70	0,60	0,50	0,40

При планировании экспертизы по специфической или узконаправленной проблеме, требующей от экспертов опыта и компетенции в некоторой отдельной области знаний или деятельности, содержание таблицы 2 целесообразно расширить или изменить с учетом специфики предстоящих исследований. При планировании экспертных исследований состояния БП и ПАП в АК таблица 2 может быть дополнена вопросами:

1. Стаж работы по специальности в исследуемой области (общий налет): до 3-х лет (до 1500 часов), 3 – 4 года (1500 – 2000 часов), 4 – 5 лет (2000 – 3000 часов), 5 – 6 лет (3000 – 4000 часов), 6 – 7 лет (4000 – 5000 часов), более 7 лет (более 5000 часов).
2. Опыт эксплуатации исследуемого типа ВС в годах (самостоятельный налет – в часах): до 3-х лет (до 1000 часов), от 3-х до 10-ти лет (1000-3000 часов), более 10 лет (более 3000 часов).
3. Уровень соответствующего образования в исследуемой области: высшее, среднее специальное, не соответствует исследуемой области.
4. Наличие дополнительного (послевузовского) образования в исследуемой области.
5. Наличие сертификатов в исследуемой области.
6. Опыт работы на руководящих должностях: директор, зам. директора (руководитель службы), руководитель департамента (шеф-пилот), ведущий, главный, старший специалист (сотрудник).
7. Класс (категория) эксперта в исследуемой области.
8. Опыт разработки нормативных и методических документов: на международном и федеральном уровне, на общем корпоративном уровне, на уровне своей специальности в АК, организации.
9. Опыт наставнической (инструкторской) работы: первоначальное обучение, переучивание, ввод в строй и проверка.
10. Опыт экспертного оценивания (стаж работы в составе экспертной группы).
11. Индивидуальный средний показатель достоверности ранее выполненных экспертных заключений (коэффициент совпадения оценок с действительными показателями – по результатам апостериорной оценки достоверности прогнозов).

Числовые квалификационные оценки каждого, дополнительно введенного в таблицу 2 вопроса, подлежат определению экспертным методом на этапе подготовки к эксперименту. При проведении повторных исследований по одинаковым или аналогичным проблемам числовые квалификационные оценки отдельных вопросов и сами вопросы (индивидуальные характеристики) могут корректироваться по мере накопления статистических данных о достоверности результатов экспертного оценивания (прогнозирования).

Если осведомленность экспертов оценивается по вопросам в пределах приведенной таблице 2, то величина коэффициента K^{OCB} для i -го эксперта определяется по формуле:

$$K_i^{OCB} = \frac{\sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{\sum_{v=1}^5 \varphi_v^{max}}, \quad (3)$$

где φ_{vi} - числовая квалификационная оценка i -го эксперта по v -му признаку осведомленности;

φ_v^{\max} - максимальная оценка по v -му признаку осведомленности.

С учетом того, что $\sum_{v=1}^5 \varphi^{\max} = 3,35$, рабочая формула имеет вид:

$$K_i^{OCB} = \frac{\sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{3,35}. \quad (4)$$

Коэффициент компетентности i -го эксперта определяется как произведение коэффициентов аргументации и осведомленности, т.е.

$$K_i^{КОМП} = K_i^{APГ} \cdot K_i^{OCB} \quad (5)$$

$$\text{или } K_i^{КОМП} = \frac{\sum_{j=1}^n \gamma_{ji} \cdot \sum_{v=1}^5 \varphi_{vi}}{3,35}. \quad (6)$$

Представительность (репрезентативность) экспертной группы в целом оценивается средней арифметической величиной компетентности экспертов:

$$M(K_i^{КОМП}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^{КОМП}, \quad (7)$$

где N – количество экспертов, принимающих участие в экспертном исследовании.

Экспертная группа считается представительной при условии:

$$0,7 \leq M(K_i^{КОМП}) \leq 1. \quad (8)$$

Процедура поиска необходимой представительности группы состоит в исключении малокомпетентных специалистов из совокупности потенциальных экспертов до тех пор, пока не будет соблюдено условие

$$M(K_i^{КОМП}) \geq 0,7. \quad (9)$$

Оценка согласованности суждений

Оценка согласованности суждений экспертов может выполняться предварительно спланированным тестированием на подготовительном этапе исследований, а может быть совмещена с первым экспертным исследованием, как показано на рисунке.

При выполнении экспертного *ранжирования суждений* по каждому вопросу (f) вычисляется среднее арифметическое ранга суждений (S_{fm}) - обобщенное мнение группы экспертов и среднеквадратическое отклонение ранговых оценок (σ_f) суждений. Степень согласованности мнений экспертов может быть оценена с помощью коэффициента вариации рангов (K^{BP}) или коэффициента согласованности ($K^{COГЛ}_f$) [5]:

$$K^{COГЛ}_f = \frac{1}{K^{BP}} = \frac{S_{fm}}{\sigma_f}. \quad (10)$$

Чем больше величина $K^{COГЛ}_f$, тем выше степень согласованности мнений по исследуемым вопросам. На практике она обычно лежит в пределах $1,5 \leq K^{COГЛ}_f \leq 2,5$ при $2,5 \leq S_f \leq 3,5$.

При выполнении экспертного *оценивания количественных показателей* уровня БП (т.е. при реализации метода непосредственного оценивания) проверку согласованности суждений экспертов можно совместить с процедурой уточнения групповых экспертных оценок, предусматривающей выявление и исключение грубых индивидуальных ошибок в экспертных исследованиях:

- при нормальном законе распределения оценок при $N \geq 20$ - по критерию «трех сигм» [7];

- при неизвестном (неустановленном) законе распределения оценок и меняющемся количестве экспертов в группе – через назначение приемлемых границ цензурирования [2].

Проверка обоснованности индивидуальных суждений экспертов при неудовлетворительной согласованности их с обобщенными групповыми оценками

Следует учитывать, что отличие суждения отдельного эксперта от обобщенного суждения группы по маловероятным небезопасным состояниям АТС может свидетельствовать вовсе не об ошибке эксперта, а, наоборот, о высокой информативности и редкой оригинальности его оценки, об учете экспертом тех факторов риска АП, которые остались неучтенными или неизвестными для остальных экспертов. Поэтому целесообразно использование метода Дельфы с принципами [6]:

- анонимность (минимум общения экспертов между собой во избежание влияния авторитетов и их красноречия на результаты исследований);

- многоэтапность экспертизы (после опроса эксперты знакомятся с групповыми суждениями, обосновывают несогласованность своих суждений или пересматривают свою точку зрения);

- контроль согласованности мнений экспертов на каждом этапе до достижения требуемого уровня согласованности.

Даваемые экспертами обоснования несогласованности своих суждений с групповыми (с суждениями большинства) подлежат:

- дополнительному анализу, в результате которого либо эксперту предлагается скорректировать свое суждение (при неубедительном обосновании), либо суждение не относится к промаху (при убедительном обосновании) и учитывается в групповой оценке экспертов;

- обязательному учету на этапе синтеза предложений по управлению уровнем БП и на этапе априорного оценивания эффективности этих предложений [2];

- включению в номенклатуру факторов риска АП и факторов ПАП с последующей количественной оценкой вероятности (частоты) проявления в полете и степени влияния на уровень безопасности предстоящих полетов [8].

Апостериорное определение достоверности индивидуальных экспертных оценок

Апостериорное определение достоверности индивидуальных экспертных оценок рекомендуется выполнять методом сравнения результатов индивидуальных экспертных оценок по каждому исследуемому вопросу с оценками, получаемыми на основании фактических данных об уровне БП по окончании периода прогнозирования.

Достоверность высказанных каждым (i - м) экспертом оценок качественных показателей БП характеризуется коэффициентом совпадения $K_{i_{совп.кач}}$:

$$K_{i_{совп.кач}} = \frac{n_{i_{совп}}}{n_{\Sigma}}, \quad (11)$$

где $n_{i_{совп}}$ - количество качественных показателей (исследуемых вопросов), по которым индивидуальная оценка, высказанная i -м экспертом, совпадает с действительной;

n_{Σ} - общее количество оцениваемых качественных показателей.

Достоверность высказанных i -м экспертом оценок количественных показателей БП характеризуется коэффициентом совпадения $K_{i_{совп.кол}}$:

$$K_{i_{совп.кол}} = \frac{3m_{MO} + 2m_{1S} + m_{2S}}{3m_{\Sigma}}, \quad (12)$$

где m_{MO} - количество дискретных количественных показателей уровня БП, по которым индивидуальная оценка, данная экспертом, совпадает с действительным (фактическим) значением показателя БП (т.е. с математическим ожиданием MO);

m_{1S} - количество показателей, по которым индивидуальная оценка находится в пределах одного среднеквадратического отклонения (СКО) оценок в группе;

m_{2S} - количество показателей, по которым индивидуальная оценка находится в пределах двух СКО;

m_{Σ} - общее количество оцениваемых количественных показателей.

Достоверность высказанных i – м экспертом оценок ранжируемых показателей уровня БП характеризуется коэффициентом совпадения $K_{i_{совп. ранг}}$:

$$K_{i_{совп. ранг}} = \frac{3l_{совп.} + 2l_1 + l_2}{3l_{\Sigma}}, \quad (13)$$

где $l_{совп.}$ - количество ранжируемых показателей БП, по которым индивидуальная оценка, данная экспертом, совпадает с действительным рангом показателя;

l_1 - количество ранжируемых показателей, по которым индивидуальная оценка, данная экспертом, отличается от действительного на один ранг;

l_2 - количество ранжируемых показателей, по которым индивидуальная оценка, данная экспертом, отличается от действительного на два ранга;

l_{Σ} - общее количество оцениваемых ранжируемых показателей.

Определение достоверности индивидуальных экспертных оценок следует проводить по каждому исследованию по окончании прогнозируемого периода летной эксплуатации, а результаты сохранять для итоговой индивидуальной оценки достоверности прогнозирования с целью определения квалификации каждого эксперта.

Таким образом, для повышения эффективности работы специалистов и достоверности групповых экспертных оценок показателей уровня БП целесообразно периодически проводить оптимизацию состава экспертной группы, как в количественном, так и в качественном отношении на основе принципа ротации экспертов в пределах ранее оговоренного запаса специалистов (превышение запланированной потребности на 3 - 5 человек). Это позволит исключать суждения после проверки их на промахи без нарушения требований по необходимому минимуму участников или оптимальной численности экспертов в группе.

Периодически следует в состав группы вводить 3 - 5 экспертов вместо такого же количества прежних участников экспертизы, чьи суждения оказались наименее достоверными.

Литература

1. *Гузий А.Г., Онуфриенко В.В.* Методология активного управления уровнем безопасности предстоящих полетов в авиакомпании.// Труды общества независимых исследователей авиационных происшествий (Выпуск №17). – М., 2005. С. 160 - 168.
2. *Гузий А.Г., Чуйко А.А.* Методологический подход к экспертному прогнозированию уровня безопасности полетов. // «Проблемы безопасности полетов». / Информационный сб. ВИНТИ, М., - 2006.- № 10.
3. *Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г.* Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980.
4. *Захаров Е.Н., Чечкин А.В.* Оценка возможностей экспертов по определению интегральных параметров факторов при экспресс-оценке функционирования открытых сложных систем.// Управление риском, № 1, 2006.- С. 6 - 7
5. *Шибанов Г.П.* Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы // Информационные технологии, № 12, 2003. – С. 26 - 29.

6. *Шишкин И.Ф.* Метрология, стандартизация и управление качеством. М.: Изд-во Стандартов, 1990.
7. *Сергеев А.Г., Крохин В.В.* Метрология. – М.: Логос, 2002.
8. *Гузий А.Г., Онуфриенко В.В.* Методология предотвращения авиационных происшествий через активное управление уровнем безопасности предстоящих полетов.// «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций»./ Научный информационный сб. ВИНТИ, М., - 2006. - № 3. С.52 - 60.

Работа выполнена при поддержке РФФИ