

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКСПЕРТНОМУ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

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

Безопасность полетов (БП) является важнейшей эксплуатационно-технической характеристикой авиационно-транспортной системы (АТС), подверженной влиянию множества факторов, неустойчивых и случайных по своему характеру, находящихся, как правило, во взаимосвязях друг с другом. Количественное оценивание уровня БП традиционно выполняется по общепринятым стандартизованным показателям (статистическим и вероятностным) [1, 2], при этом используются большей частью известные специалистам методы:

- расчетные – при оценивании уровня БП по фактору «воздушное судно» (ВС) на этапе разработки и сертификации типа;
- статистические – при апостериорном оценивании и прогнозировании уровня БП по результатам испытаний и эксплуатации;
- экспертные – при априорном оценивании и прогнозировании уровня БП по заключению специалистов.

Оценки показателей БП, полученные первоначально расчетными методами, апостериорно уточняются по мере накопления информации о результатах испытаний и эксплуатации. К концу эксплуатации типа ВС оценки показателей БП приближаются к своим истинным значениям.

Задача априорного оценивания уровня БП, как большинство задач, связанных с оценкой рисков аварий и катастроф, в общем случае является некорректной, поскольку для нее характерны:

- высокий уровень неопределенности и вариабельность параметров, отражающих текущий и перспективный уровни БП;
- недостаток достоверной объективной информации и исходных статистических данных;
- динамичность и многофакторность зависимости уровня БП.

В условиях децентрализации авиации, при эксплуатации новой авиационной техники или ограниченного количества малосерийных типов ВС, когда нет возможности использовать статистические методы, наиболее приемлемыми и доступными для априорного оценивания уровня БП оказываются экспертные, как основные методы качественного и количественного оценивания состояния сложных динамических систем при отсутствии описания закономерностей динамики этих систем в виде аналитических зависимостей.

Предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта, поскольку при достаточном обеспечении информацией коллективные методы оценки состояний основываются на использовании принципа «хорошего измерителя», т.е. эксперт - источник достоверной информации, а групповое мнение экспертов приближается к истине по мере увеличения количества оценок (измерений, наблюдений), благодаря возможности минимизации случайных ошибок при синтезе и оценке альтернатив [3]. Групповая оценка может считаться достаточно надежной при условии достаточной согласованности ответов экспертов.

Коллективное экспертное оценивание и прогнозирование уровня БП производится, как правило, методом непосредственной оценки, заключающимся в определении качественных и количественных оценок показателей состояния сложной динамической системы, причем количественным показателям присваиваются числовые значения в пределах, соответствующих реальным условиям эксплуатации, в том числе, ожидаемым.

Использование экспертов в качестве источников информации основывается на гипотезе о наличии у них опыта и знаний в конкретной области (гипотетических представлений о состоянии АТС, об условиях ее безопасного функционирования) и априорных оценок значимости принимаемых и планируемых решений, как результата мобилизации их профессионального опыта, логического мышления и интуиции (неосознанного мышления). Сущность экспертных методов оценивания заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы БП с формированием суждений (альтернативных ситуаций, целей, решений и т.п.), количественной оценкой суждений и последующей формальной обработкой результатов.

Коллективная экспертиза выполняется на основе:

- высокого уровня компетентности и осведомленности экспертов;
- обеспечения независимости суждения экспертов, исключения факторов, влияющих на искренность суждений;
- однозначности суждений экспертов и возможности их математической обработки;
- перевода оценок в количественную форму;
- указания экспертами аргументов, послуживших им основанием для соответствующего суждения или оценки (обоснованная аргументация суждений способствует выявлению факторов, влияющих на БП, и последующему формированию адекватных воздействий по управлению уровнем БП).

Этапы экспертизы уровня БП в авиакомпании (АК) или группе компаний (ГрК), в организации или учреждении на предстоящий период летной работы:

- планирование экспертного исследования уровня БП;
- формирование перечня показателей, характеризующих БП, как состояние АТС;
- формирование группы экспертов;
- опрос (анкетирование) экспертов;
- анализ и обработка информации;
- синтез предложений по управлению уровнем БП на прогнозируемый период;
- экспертная априорная оценка эффективности синтезированных предложений по управлению уровнем БП (ранжирование предложений по их эффективности);
- текущее уточнение (промежуточная коррекция) прогнозируемых показателей БП по факту за прошедшую часть периода прогноза;
- апостериорная оценка достоверности коллективных и индивидуальных прогнозов (оценка сходимости результатов экспертного прогнозирования со статистическими данными по факту эксплуатации по окончании периода прогнозирования);
- оптимизация количественного и качественного состава группы экспертов.

Планирование экспертного исследования (прогнозирования) уровня БП осуществляется с целью определения условий, методики и последовательности действий по определению основных характеристик АТС, с определенной степенью доверия отражающих ее текущее состояние и динамику на прогнозируемый период с учетом достигнутого уровня БП, вероятных условий эксплуатации ВС, закономерностей и вариантов развития эксплуатанта (АК, организации), влияния совокупности взаимосвязанных внутренних и внешних факторов, как известных, так и неизвестных.

В перечень показателей, характеризующих БП, как состояние АТС, включаются те, которые в совокупности отражают:

- качественную сторону состояния БП по каждому типу эксплуатируемых ВС и по всему самолетному парку АК (организации) в целом (т. е. повышение, понижение или сохранение уровня БП на достигнутом уровне);
- количественную сторону состояния БП на прогнозируемый период (количество или вероятность АП и инцидентов отдельно по каждому типу ВС с распределением их по причинным факторам).

Оцениваемые экспертами показатели уровня БП могут быть классифицированы по форме выражения суждений, т.е. по выбранному способу экспертизы [4]:

- *непосредственное оценивание* - определение значений показателей в установленных единицах, по шкале отношений, шкале интервалов или шкале порядка;
- *ранжирование* – расстановка альтернатив или объектов (субъектов) экспертизы в порядке их предпочтения, по важности или весомости (место, занятое при такой расстановке, называется рангом, и чем выше ранг, тем предпочтительней альтернатива или объект экспертизы);
- *сопоставление альтернатив (гипотез)*.

Формулировки вопросов, предъявляемых экспертам для определения значений показателей уровня БП, не должны допускать неоднозначного их толкования.

Формирование группы экспертов производится с учетом общих и специфических требований [3, 5]:

- широкий кругозор, высокий уровень общей эрудиции в области БП;
- глубокие специальные знания по направлениям в обеспечении БП;
- системный подход, аналитическое мышление, способность к адекватному отображению реального состояния БП в ГрК (АК), учреждении (организации);
- наличие психологической установки на перспективу в деятельности ГрК (АК), учреждении (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 компании 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.

Степень соответствия эксперта этому комплексу требований характеризуется его *компетентностью*, определяющей способность к экспертизе. При отсутствии возможности сформировать группу экспертов равновысокого уровня компетентности целесообразно на этапе формирования группы произвести оценку компетентности каждого из экспертов через коэффициенты аргументированности суждений и осведомленности [6] - с целью отбора специалистов достаточной (предварительно заданной) компетентности и обеспечения возможности последующего учета взвешенного мнения экспертов при обработке результатов экспертизы.

Наиболее сложной процедурой при формировании группы экспертов является формирование системы индивидуальных характеристик экспертов, поскольку степень выраженности этих характеристик оказывает существенное влияние на ход и результаты экспертизы.

Достоверность экспертного прогнозирования в значительной степени зависит от количества экспертов и их индивидуальной компетентности. Вопрос оптимизации количественного и качественного состава экспертной группы заслуживает отдельного рассмотрения¹.

Рекомендуемый количественный состав группы – от 15 до 30 специалистов, охватывающих основные направления обеспечения БП.

Каждому эксперту предлагается:

- ответить на поставленные вопросы;
- сформулировать положительные и отрицательные факторы, определяющие, по его мнению, ожидаемый уровень БП или его изменение;
- присвоить числовые значения количественным показателям в предложенном перечне.

¹ Методические рекомендации по формированию и оптимизации состава группы экспертов в области безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий - см. в следующем номере.

Эквивалентным состояниям АТС присваиваются одинаковые значения показателей БП. Экспертам предоставляется время, достаточное для самостоятельного обращения к необходимым источникам информации, и обеспечивается доступ к статистическим данным и показателям уровня БП за предыдущий период деятельности АК, организации. Кроме того, эксперты должны иметь представление о выявленных тенденциях изменения показателей БП, о перспективных планах на период прогноза в вопросах, касающихся предстоящей летной работы и обеспечения БП.

Анализ и обработку информации выполняет аналитик (по терминологии ИКАО – консультант по предотвращению авиационных происшествий [7]).

Альтернативы, высказанные экспертами, предварительно ранжируются. Результирующее ранжирование альтернатив выполняется на основании анализа ситуаций. Отношение альтернатив должно удовлетворять аксиомам Эрроу:

Аксиома 1 (*условие независимости*). Расширение или сужение множества альтернатив при сохранении отношений на общем подмножестве альтернатив не должно изменять результирующего отношения на нем (общее однозначное мнение по корректности этой аксиомы исследователями пока не сформулировано, но опыт априорного оценивания экспертами уровня БП показывает, что альтернативы, расширяющие или сужающие подмножества альтернатив, могут в некоторых случаях изменять результирующее отношения и даже принимать решающее значение).

Аксиома 2 (*условие универсальности*). Мнения экспертов по всем показателям не должны совпадать, а альтернатива, выбранная лучшей большинством экспертов, должна быть лучшей и в результирующем ранжировании. При количестве альтернатив более 3-х и неравной компетентности экспертов пренебрежение данной аксиомой может привести к выбору аналитиком некорректного метода ранжирования и грубой ошибке при анализе результатов экспертизы.

Аксиома 3 (*условие монотонности*). Если кто-либо из экспертов изменил мнение в пользу результирующего ранжирования альтернатив, то само результирующее ранжирование не должно измениться.

Аксиома 4 (*условие ненавязанности*). Для любой пары альтернатив могут существовать эксперты, предпочитающие одну из них, и эксперты, предпочитающие другую из них или безразличные к обоим альтернативам (наличие суверенности экспертов, понимаемой как отсутствие «навязанного» сообществом порядка предпочтения).

Аксиома 5 (*условие отсутствия «диктатора»*). В группе не должно быть эксперта, чье мнение является определяющим независимо от мнений остальных экспертов.

Обработка информации, получаемой от экспертов, должна включать оценку степени согласованности мнений и выявление причин их неоднородности.

Оценка качественных показателей БП выполняется методом простого большинства по количеству альтернатив для каждого оцениваемого показателя отдельно.

Надежность оценки по каждой (*i*-ой) альтернативе определяется относительной частотой утверждений: $\bar{p}_i = n_i / N$,

где n_i - количество экспертов, сторонников *i*-й альтернативы (фактора, утверждения);

N - общее количество экспертов ($N = \sum_{i=1}^k n_i$);

k - количество альтернатив по оцениваемому конкретному показателю БП.

При наличии трех и более альтернатив (в общем случае k альтернатив) в оценках

конкретного показателя БП, в целях удобства анализа данных экспертизы и упрощения процесса обработки информации, целесообразно заполнить таблицу по приведенной форме (Табл. 1) и провести ранжирование альтернатив по возрастанию относительной частоты утверждений.

Таблица 1

x_i	x_1	x_2	...	x_k
n_i	n_1	n_2	...	n_k
\overline{p}_i	\overline{p}_1	\overline{p}_2	...	\overline{p}_k

Оценка количественных показателей БП. Поскольку индивидуальные экспертные оценки считаются независимыми, каждый из прогнозируемых количественных показателей БП рассматривается, как независимая дискретная случайная величина, оцениваемая по правилам математической статистики, т.е. - через статистические оценки числовых характеристик случайных величин [8, 9]. Для каждого оцениваемого количественного показателя БП целесообразно построить статистический ряд [10], заполнив таблицу по форме Табл. 1 и, не проводя ранжирования, построить гистограмму относительных частот [8] – ступенчатую фигуру, состоящую из прямоугольников, основаниями которых служат единичные интервалы показателя БП (x), соответствующие j -му варианту оценки (x_j), а высоты равны относительной частоте \overline{p}_j утверждений экспертов по j -му варианту.

1. Оценка математического ожидания (среднее арифметическое значение) оцениваемого показателя БП:

$$\overline{x} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j, \quad (1)$$

где x_j - j -й вариант оценки показателя, $j = 1, 2, \dots, N$;

N - количество экспертов.

2. Оценка моды, т.е. того значения оцениваемого показателя БП, которое названо большинством экспертов $x_{\text{mod}} = x(\overline{p}_{\text{max}})$.

Возможно существование двух и более значений x_{mod} . В таких случаях оценивается медиана x_{med} [10], т.е. точка деления площади ранее построенной гистограммы относительных частот пополам.

При симметричном распределении оценок показателя БП оценка медианы совпадает с оценками моды и математического ожидания.

3. Для анализа разброса и согласованности оценок, полученных от экспертов, применяются обобщенные статистические характеристики - меры разброса:

- вариационный размах (расстояние между двумя максимально отличающимися значениями оцениваемого показателя) $R(x_{\text{min}}, x_{\text{max}})$;

- «исправленное» среднее квадратическое отклонение (СКО):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \overline{x})^2}{N - 1}}, \quad (2)$$

где x_j - j -й вариант оценки конкретного показателя БП, $j = 1, 2, \dots, N$;

\overline{x} - среднее арифметическое значение оценки показателя, определяемое по формуле (1).

Если $N \geq 30$, то СКО высчитывается по формуле [3]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \overline{x})^2}{N}}. \quad (3)$$

4. Определение точности групповой экспертной оценки выполняется с заданной надежностью (доверительной вероятностью) γ . Применительно к показателям БП достаточно выполнить групповое оценивание с доверительной вероятностью $\gamma = 0,95$.

При определении точности групповой экспертной оценки существенное значение имеет вопрос о том, подчиняются или нет нормальному закону распределения данные экспертами индивидуальные оценки. Непротиворечивость такой гипотезы подлежит обязательной проверке. Из опыта группового оценивания количественных показателей известно, что при одной и той же заданной надежности оценок доверительный интервал при распределении, отличном от нормального, значительно шире, чем при нормальном. Поскольку грубые ошибки (т.е. «промахи»), возможные в индивидуальных оценках, искажают эмпирический закон распределения, проверку нормальности распределения рекомендуется производить после исключения грубых ошибок. Процедура их исключения приводится ниже. Правдоподобность гипотезы о нормальном распределении индивидуальных оценок в первом приближении может быть определена по виду ранее построенной гистограммы относительных частот. При сомнении гипотеза проверяется посредством оценки и проверки значимости коэффициентов асимметрии и эксцесса [11] или с использованием критериев согласия, из которых наиболее распространенный - критерий Пирсона [9], либо распределение следует считать не подчиняющимся нормальному закону.

При нормальном распределении индивидуальных оценок, с заданным (но оцениваемым) СКО, оценки числовых характеристик показателей БП подчинены закону распределения Стьюдента [10], поэтому нижняя и верхняя границы доверительного интервала (x_n и x_e соответственно) групповой экспертной оценки вычисляются по формулам [8]:

$$x_n = \bar{x} - t_\gamma s / \sqrt{N}, \quad (4)$$

$$x_e = \bar{x} + t_\gamma s / \sqrt{N}, \quad (5)$$

где t_γ - коэффициент Стьюдента, определяется, исходя из заданной надежности γ и количества привлеченных экспертов N , по Табл. 2, приведенной от степеней свободы [10] к количеству экспертов.

Таблица 2

$N \setminus \gamma$	0,9	0,95	0,99
10	1,833	2,26	3,25
11	1,812	2,23	3,17
12	1,796	2,20	3,11
13	1,782	2,18	3,06
14	1,771	2,16	3,01
15	1,761	2,14	2,98
16	1,753	2,13	2,95
17	1,746	2,12	2,92
18	1,740	2,11	2,90
19	1,734	2,10	2,88
20	1,729	2,09	2,86
21	1,725	2,09	2,84
22	1,721	2,08	2,83
23	1,717	2,07	2,82
24	1,714	2,07	2,81
25	1,711	2,06	2,80
26	1,708	2,06	2,79
27	1,706	2,06	2,78
28	1,703	2,05	2,77
29	1,701	2,05	2,76
30	1,699	2,04	2,76

При распределении индивидуальных оценок, отличном от нормального, для определения границ доверительного интервала групповой оценки по (4), (5) значение коэффициента t_γ вычисляется решением неравенства Чебышева [4] по заданной надежности γ , с обязательным учетом симметричности или несимметричности распределения. В Табл.3 приведены вычисленные значения t_γ для трех вариантов надежности γ при симметричных и несимметричных распределениях, отличных от нормального.

Таблица 3

Законы распределения, отличные от нормального	$\gamma=0,9$	$\gamma=0,95$	$\gamma=0,99$
Симметричные	2,11	2,98	6,67
Несимметричные	3,16	4,47	10,00

Уточнение групповых оценок количественных показателей БП, полученных в результате экспертного прогнозирования, выполняется с целью исключения «промахов», грубых индивидуальных ошибок (узкосубъективные черты присущи каждому эксперту, но обусловленные ими выбросы в оценках выявляемы и устраняемы в процессе обработки индивидуальных экспертных оценок). В процессе исключения промахов важно минимизировать влияние субъективных факторов воздействия общего мнения группы авторитетных экспертов на результаты индивидуального оценивания, т.е. исключить корреляции между ошибками в оценке одной альтернативы и ошибками в оценке другой.

Экспертные оценки несут в себе как узкосубъективные черты, присущие каждому эксперту, так и коллективно-субъективные, присущие коллегии экспертов. И если первые устраняются в процессе обработки индивидуальных экспертных оценок, то вторые не исчезают, какие бы способы обработки не применялись.

Выявление и исключение промахов в индивидуальных оценках производится по каждому показателю БП отдельно. К сомнительным относят, в первую очередь, экстремальные значения оценок x_{\min} и x_{\max} .

При нормальном законе распределения оценок при $N \geq 20$ применяется критерий «трех сигм» [12], по которому считается промахом оценка, возникающая с вероятностью $\alpha \leq 0,003$, - простое, поскольку «сигма» уже определена по формуле (2) или (3), но довольно жесткое правило.

Для выявления промахов при изменяющемся количестве экспертов в группе и неизвестном (неустановленном) законе распределения оценок целесообразно назначить границу цензурирования по предельно допустимому значению соотношения:

$$v = \frac{|x_{extr} - \bar{x}|}{s}. \quad (6)$$

Предельно допустимое значение v_{don} зависит от заданного уровня значимости $\alpha = 1 - \gamma$ и количества экспертов N . Определяется v_{don} по таблице интерполированных значений v [13] (Табл. 4).

Если индивидуальная оценка показателя ПБ имеет $v \geq v_{don}$, то она подвергается дополнительной экспертизе на убедительность (аргументированность) обоснования экспертом своего суждения. Обоснования эксперта учитываются при синтезе предложений по управлению уровнем БП. При отсутствии или неубедительности обоснований такая оценка признается промахом и исключается из групповой оценки. Эксперту предлагается ознакомиться с результатом групповой оценки данного показателя БП и скорректировать свою (индивидуальную) оценку.

При выявлении промаха в оценках экспертов некоторого показателя все групповые оценки этого показателя корректируются (пересчитываются) с учетом исключения или изменения результата, признанного промахом.

Таблица 4

$N \setminus \alpha$	0,05	0,01
10	2,29	2,54
11	2,36	2,61
12	2,39	2,69
13	2,42	2,71
14	2,46	2,76
15	2,49	2,80
16	2,52	2,84
17	2,55	2,87
18	2,58	2,90
19	2,60	2,93
20	2,62	2,96
21	2,64	2,99
22	2,66	3,01
23	2,68	3,03
24	2,70	3,05
25	2,72	3,07
26	2,74	3,09
27	2,76	3,10
28	2,78	3,11
29-30	2,79	3,12

После уточнения окончательные групповые оценки показателей БП, отражающих прогнозируемое количество событий, округляются до целых значений, но в пределах доверительного интервала.

Синтез предложений по управлению уровнем БП выполняется коллегиально всеми экспертами после систематизации и предварительного ранжирования аналитиком индивидуальных предложений, выработанных экспертами на этапе опроса (анкетирования).

Весьма существенными могут оказаться предложения, синтезированные по материалам аргументации и обоснования неординарных индивидуальных оценок, в первую очередь, экстремальных, подвергнутых проверке на промах (грубую ошибку) и даже соответствовавшие формально такому определению.

Сформулированные экспертами положительные и отрицательные факторы, определяющие, по их мнению, ожидаемый уровень БП или его изменение, а также результаты как индивидуальной, так и групповой количественной оценки вероятности их проявления и степени их влияния на уровень БП, в значительной степени восполняют информационную неопределенность в реализации активной стратегии предотвращения авиационных происшествий через управление уровнем БП предстоящих полетов [14].

Априорная оценка эффективности предложений экспертов по управлению уровнем БП производится экспертным ранжированием сначала альтернатив по каждому предложению, потом – уточненных предложений по управлению уровнем БП. Ранжирование предложений может выполняться по критериям эффективности:

- степень повышения уровня БП (вероятность предотвращения авиационного происшествия), как показатель предотвращаемости авиационных происшествий;
- вероятность/стоимость, т. е. с учетом потребных средств на реализацию рассматриваемого предложения.

В качестве инструмента количественной оценки эффективности предложений по управлению уровнем БП рекомендуется использовать логико-вероятностную модель развития опасных состояний [14].

Промежуточная коррекция (уточнение) оценок прогнозируемых вероятностных показателей уровня БП в процессе летной работы должна производиться по факту авиационных событий и инцидентов, имевших место за некоторую прошедшую часть периода прогноза, на основании накапливаемых статистических данных, в плановом порядке (поквартально или через полгода) или вне плана - при заметных (внезапных) изменениях в текущем уровне БП (после авиационных происшествий, инцидентов). Эта процедура позволяет более точно отразить текущее (нестатичное) состояние АТС и ее компонентов с учетом непрерывно происходящих изменений, в том числе в результате выполнения синтезированных экспертами мероприятий по управлению уровнем БП. Для практической реализации промежуточной коррекции оценок вероятностных показателей уровня БП наиболее приемлемой является байесовская процедура уточнения оценок [15]. Промежуточное (периодическое) уточнение априорных статистических и экспертных оценок показателей уровня БП, рекомендуемое к выполнению по мере накопления статистических данных в процессе эксплуатации, повышает достоверность прогноза и позволяет оперативно корректировать уровень БП в реальном масштабе времени, либо с минимальным запаздыванием².

Оценка достоверности коллективного экспертного прогнозирования уровня БП выполняется, как правило, по апостериорным (послеопытным) данным, т.е. после окончания некоторого периода летной деятельности АК, организации (например, календарного года).

При прогнозировании на год оценку достоверности прогноза целесообразно выполнить как по качественным, так и по количественным показателям БП по окончании первого квартала или полугодия (предварительно) и года (окончательно). По качественным показателям уровня БП оценивается количество групповых альтернатив,

совпадающих с фактом. По количественным показателям уровня БП за оцениваемый период летной деятельности следует определить:

- количество совпадений с прогнозной оценкой математического ожидания или моды (медианы), %;
- количество совпадений с прогнозной оценкой в границах доверительного интервала, %;
- количество «выбросов» за пределы доверительного интервала, %.

При систематическом (ежегодном) проведении экспертного прогнозирования, примерно одним и тем же составом экспертов, появляется возможность накопления статистических данных по достоверности групповых экспертных оценок показателей уровня БП, т.е. формируется устойчивая количественная оценка достоверности экспертизы. Эта оценка подлежит использованию в качестве исходной информации о достоверности последующих (планируемых) экспертных исследований.

В общем случае, достоверность группового экспертного оценивания зависит от целого ряда влияющих факторов: от количества экспертов, от долевого состава различных специалистов в группе, от индивидуальных качеств каждого из экспертов и др.

² Методику промежуточной коррекции прогнозных оценок вероятностных показателей уровня безопасности полетов см. в следующем номере.

Оптимизация количественного и качественного состава группы экспертов выполняется при повторном или периодическом (неоднократном) использовании методов экспертных оценок в АК, организации. При этом следует учитывать:

- результаты индивидуальной оценки компетентности каждого эксперта, получаемые на этапе формирования группы;
- согласованность индивидуальных оценок с групповыми – при опросе экспертов, анализе и обработке информации;
- результаты апостериорного определения достоверности индивидуальных экспертных оценок – по окончании периода летной деятельности, который подвергался прогнозированию¹.

Основные из вышеизложенных подходов к экспертным методам исследования состояний сложных динамических систем частично были использованы в авиакомпании «Волга-Днепр» при прогнозировании уровня БП на 2005 год по 15 показателям (14 из них - количественные), по четырем типам ВС (Ан-124-100, Boeing 747-200, Ил-76 и Як-40), отдельно по чартерным и регулярным воздушным перевозкам, с привлечением только внутренних экспертов (13 специалистов) условно равной компетентности, т.е. без предварительной оценки индивидуального уровня компетентности экспертов и без их ранжирования. Промежуточная коррекция (уточнение) групповых оценок показателей уровня БП в процессе летной деятельности не проводилась. Апостериорная оценка достоверности экспертного прогнозирования количества инцидентов (всего, по каждому из типов ВС и по отдельным факторам) выполнена по окончании 2005 года:

- совпадений с оценкой математического ожидания (МО) прогноза – 4 (29% показателей уровня БП);
- совпадений в пределах одного СКО – 7 (50%);
- совпадений в пределах двух СКО – остальные 3 (21%).

Из 10-ти показателей уровня БП, фактические значения которых не совпали с оценкой МО прогноза, 9 показателей (90%) оказались ниже оценки МО прогноза, т.е. фактическое количество инцидентов меньше, чем по прогнозу. Причиной однонаправленности такого отклонения может быть изменение состояния АТС в сторону повышения уровня БП как в результате изменившихся условий эксплуатации, так и в результате проведения мероприятий по управлению уровнем БП, выработанных в АК в

начале 2005 года по итогам экспертного прогнозирования.

В любом случае, очевидна целесообразность экспертного прогнозирования уровня БП в АК (организации) на предстоящий год с промежуточной коррекцией (уточнением) оценок прогнозируемых показателей уровня БП в процессе летной деятельности по факту авиационных происшествий и инцидентов за прошедшую часть периода прогноза. Группа экспертов должна работать на постоянной основе, но с периодическим обновлением состава по результатам апостериорного анализа достоверности индивидуальных оценок (прогнозов) показателей уровня БП.

Литература

1. ГОСТ В 23743-88. Изделия авиационной техники. Номенклатура показателей безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности.
2. Безопасность полетов летательных аппаратов./ Под ред. В.С. Иванова. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2003.
3. *Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г.* Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980.
4. *Шишкин И.Ф.* Метрология, стандартизация и управление качеством. М.: Изд-во Стандартов, 1990.
5. *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.
6. *Шибанов Г.П.* Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы.// Информационные технологии, № 12, 2003.
7. Руководство по предотвращению авиационных происшествий (Doc. 9422 – AN/923). Изд.1. – ИКАО, 1984.
8. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977.
9. *Артемьев Е.Ю., Мартынов Е.М.* Вероятностные методы в психологии. – М.: МГУ, 1975.
10. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. - М.: Высшая школа, 2002.
11. ГОСТ 8.508-84. ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и контроля.
12. *Сергеев А.Г., Крохин В.В.* Метрология. – М.: Логос, 2002.
13. *Кассандрова О.Н., Лебедев В.В.* Обработка результатов наблюдений. -М.: Наука, 1970.
14. *Гузий А.Г., Онуфриенко В.В.* Методология предотвращения авиационных происшествий через активное управление уровнем безопасности предстоящих полетов.// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Информационный сборник. ВИНТИ. № 3 - 2006.
15. *Петров В.П., Резников Д.О., Куксова В.И., Дубинин Е.Ф.* Применение теоремы Байеса для решения некорректных задач теории рисков и организации мониторинга аварий и катастроф.// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Информационный сборник. ВИНТИ. № 1 – 2006.

Работа выполнена при поддержке РФФИ.