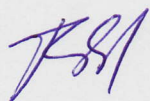


"УТВЕРЖДАЮ"
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРЫ БП и ЖД



Б.Зубков

" ____ " _____ 2006 г.

**СОДЕРЖАНИЕ
И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 2**

**"АНАЛИЗ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПО
СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ЛЕТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЕ ПОВЫШЕНИЮ "**

Обсуждено и одобрено на
заседании кафедры БП и ЖД
Протокол № _____
от " ____ " _____ 2006г.

На занятии отрабатывается практическое приложение основных теоретических положений к решению конкретных задач по оцениванию достигнутого уровня безопасности полетов.

Занятие завершает изучение материала по основам работы ИАС по обеспечению безопасности полетов (тема 3).

1. Цель занятия

1. Закрепить знания слушателей по теоретическому материалу темы 3 «Основы работы ИАС по обеспечению безопасности полетов».

2. Приобрести навыки решения практических задач на определение достигнутого уровня безопасности полетов и на ранжировку конструктивных групп летательного аппарата по показателям надежности и безопасности полетов.

3. Изучить основные причины и авиационных происшествий по конкретным образцам летательных аппаратов, а также мероприятий, проводимых с целью повышения безопасности полетов.

2. Учебно-материальное обеспечение занятия

1. Плакат с исходными данными для решения задач.

2. ЭВМ, калькуляторы.

3. Литература

1. Безопасность полетов летательных аппаратов. Учебник. Под редакцией Иванова В.С., ВВИА, 2003.

2. Воробьев В.В. Безопасность полетов. Руководство к лабораторным, практическим и групповым занятиям. ВВИА, 2007.

4. Содержание занятия и особенности методики его проведения

Занятие проводится по учебным группам в соответствии со специализацией в дни и часы, указанные в расписании учебных занятий.

По своему содержанию и особенностям методики проведения занятие состоит из двух основных частей и заключительной части.

В первой части занятия (90 мин.) реализуются цели занятия № 1 и 2, изложенные в разделе 1.

Для этого производится опрос слушателей по теоретическому материалу темы 9 по вопросам, изложенным в разделе VI «Вопросы контроля для подготовки слушателей к занятию», и решаются задачи по статистической оценке уровня безопасности полетов и ранжировке основных конструктивных групп летательного аппарата по показателям надежности. Содержание задач, их решение, выводы по ним изложены ниже (см. «Решение задач»).

Для того, чтобы слушатели приобрели определенные практические навыки в решении задач по оцениванию достигнутого уровня безопасности полетов, необходимо добиваться самостоятельности в решении ими рассматриваемых на занятии задач.

Целесообразно путем опроса с места и вызовом слушателя к доске определить порядок решения задачи и после этого предоставить слушателям возможность самостоятельно реализовать этот план, используя ЭВМ и калькуляторы и данные, представленные на плакате (см. приложение №1 табл.1 и табл.2).

Преподаватель контролирует ход решения задачи путем опроса слушателей с места о получаемых результатах.

После решения задачи путем вызовов слушателей с места формулируются выводы по результатам решения задачи.

Во второй части занятия (90 мин.) реализуется цель занятия 3. Занятие в этой части проводится по типу семинарского. При этом заслушиваются доклады слушателей на темы:

Темы 1-5. «Основные причины авиационных происшествий и инцидентов к ним по самолету (вертолету) типа _____ за ____ год и мероприятия, проводимые в частях, в целях повышения безопасности полетов».

Тема 6. Особенности методики проведения специальных занятий по безопасности полетов с летным и инженерно-техническим составом.

По темам 1-5 слушатели готовят 5 докладов - по одному за соответствующий год эксплуатации, по теме 6 - один доклад.

Основная литература при подготовке слушателей к выступлениям по темам 1-5 - информационные выпуски за последние 5 лет эксплуатации, экспресс-бюллетени основная литература при подготовке к выступлению по теме 6;

- "Методическое пособие по предотвращению авиационных происшествий", М., 1999 г.

Рекомендации по организации подготовки слушателей к докладам указаны в приложении № 2.

По каждому выступлению слушателя преподаватель дает краткое обобщение, обращая особое внимание на классификацию причин авиационного происшествия и инцидентов, особенно связанных с отказами авиационной техники. Необходимые сведения при этом слушатели записывают в секретные рабочие тетради.

После заслушивания всех выступлений слушателей преподаватель в течение 7-10 минут подводит итоги по этим выступлениям и в целом по занятию.

В принципе занятие может проводиться и в другой последовательности: после опроса слушателей по теоретическому материалу заслушиваются их доклады, а потом производится решение задач. Разбивка времени по этапам занятий и методики проведения при этом остаются прежними.

5. Рекомендуемое распределение времени по этапам занятия:

- контрольный опрос слушателей.....15 мин.;
- ознакомление слушателей с условиями задачи № 1 и обсуждение порядка ее решения..... 7 мин.;
- решение задачи № 1.....25 мин.;
- анализ расчетов и формулирование выводов..... 8 мин.;
- ознакомление слушателей с условиями задачи № 2 и обсуждение порядка ее решения..... 7 мин.;
- решение задачи № 2..... 8 мин.;
- доклады слушателей:
 - 1-й доклад.....13 мин.;
 - 2-й доклад.....13 мин.;
 - 3-й доклад.....13 мин.;
 - 4-й доклад.....13 мин.;
 - 5-й доклад.....13 мин.;
 - 6-й доклад.....13 мин.;
- подведение итогов занятия по выступлениям

слушателей и в целом по занятию..... 10 мин.

6. Вопросы для контроля подготовки слушателей к занятию

1. Основные задачи организационно-профилактической работы ИАС по повышению безопасности полетов.
2. Основные принципы организационно-профилактической работы.
3. Показатели эффективности организационно-профилактической работы.
4. Источники информации о факторах, снижающих безопасность полетов.
5. Категории причин, выявляемых при анализе инцидентов.
6. Определение доверительных границ для показателя $T_{АП}$, при заданной доверительной вероятности.
7. Показатель, характеризующий степень опасности i -го фактора, порядок вычисления доверительных границ этого показателя при заданной доверительной вероятности.
8. Как производится статистическое сравнение i -го и j -го неблагоприятных факторов по конкретному показателю безопасности полета.
9. Последовательность процедуры ранжировки неблагоприятных факторов на основании их попарного статистического сравнения.
10. Основные направления содержания мероприятий ИАС по обеспечению безопасности полетов.
11. Оценка эффективности организационно-профилактических мероприятий по статистическим данным летной эксплуатации.

7. Решение задач

Задача № 1

После проведения профилактических мероприятий на одном из типов летательных аппаратов при суммарном налете $t_{\Sigma} = 70000$ часов зарегистрировано 8 авиационных происшествий, из них из-за отказов техники 4 авиационных происшествия. Средняя продолжительность полета составила 0,9 часа.

1. Определить доверительные границы, в которых с доверительной $\beta = 0,95$ находятся истинные значения:

- числа авиационных происшествий $n_{АП}$;
- значения уровня риска Q ;
- средний налет на одно авиационное происшествие $T_{АП}$.

2. Оценить эффект организационно-профилактических мероприятий, направленных на обеспечение надежности техники, если известно, что до проведения специальных мероприятий за 48000 часов налета, каждый в среднем продолжительностью 0,9 часа, зарегистрировано 5 авиационных происшествий из-за отказов техники.

Решение задачи № 1

1). Определяем доверительные границы для $n_{АП}$ при $\beta = 0,95$, используя таблицу χ^2 на плакате

$$n_{АП1} \leq n_{АП} \leq n_{АП2}$$

$$n_{АП1} = \frac{1}{2} \chi_{0,975}^2(f_1) = \frac{1}{2} \chi_{0,975}^2(16) = \frac{1}{2} 6,9 = 3,45$$

$$f_1 = 2n_{АП} = 2 \cdot 8 = 16$$

$$n_{АП2} = \frac{1}{2} \chi_{0,025}^2(f_2) = \frac{1}{2} \chi_{0,025}^2(18) = \frac{1}{2} 31,4 = 15,7$$

$$f_2 = 2(n_{АП} + 1) = 2(8 + 1) = 18$$

$$3,45 \leq n_{АП} \leq 15,7$$

2). Определяем доверительный интервал, в котором с заданной вероятностью $\beta = 0,95$ находится истинное значение уровня риска Q .

$$Q_1 \leq Q \leq Q_2$$

$$Q_1 = \frac{n_{АП1}}{N} = \frac{3,45}{77777} = 4,41 \cdot 10^{-5},$$

где N - число полетов, определенное:

$$N = \frac{t_{\Sigma}}{t_{cp}} = \frac{70000}{0,9} = 77777$$

$$Q_2 = \frac{n_{АП2}}{N} = \frac{15,7}{77777} = 2,018 \cdot 10^{-4}.$$

Итак:

$$4,41 \cdot 10^{-5} \leq Q \leq 2,018 \cdot 10^{-4}.$$

Статистическая оценка уровня риска равна

$$Q^* = \frac{n_{АП}}{N} = \frac{8}{77777} = 1,028 \cdot 10^{-4}.$$

3). Определяем доверительный интервал, в котором с заданной вероятностью $\beta = 0,95$ находится истинное значение среднего налета на одно авиационное происшествие

$$T_{АП1} \leq T_{АП} \leq T_{АП2}$$

$$T_{АП1} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{АП1}} = \frac{70000}{3,45} = 20289,4$$

$$T_{АП2} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{АП2}} = \frac{70000}{15,7} = 4458,4$$

$$20289,4 \leq T_{АП} \leq 4458,4.$$

Статистическая оценка среднего налета на одно авиационное происшествие равна:

$$T_{АП}^* = \frac{t_{\Sigma}}{n_{АП}} = \frac{70000}{8} = 8750,4.$$

4). Оценим эффект организационно-профилактических мероприятий, проведенных по обеспечению надежности техники.

До проведения мероприятий частота авиационных происшествий равна:

$$Q_1^* = \frac{n_{АПТ1}}{N_1} = \frac{5}{53333} = 9,38 \cdot 10^{-5},$$

где N_1 - суммарное число полетов, определяемое

$$N_1 = \frac{t_{\Sigma1}}{t_{cp1}} = \frac{48000}{0,9} = 53333.$$

После проведения мероприятий

$$Q_2^* = \frac{n_{АП_2}}{N_2} = \frac{4}{77777} = 5,14 \cdot 10^{-5}.$$

Фактическое сравнение численных значений Q_1^* и Q_2^* показывает, что мероприятия дали положительный эффект. Проверим, является ли этот результат закономерным или случайным. Для этого произведем статистическое сравнение показателей Q_1^* и Q_2^* по формуле:

$$U = \frac{2 \arcsin \sqrt{Q_1^* - \frac{1}{2N_1}} - 2 \arcsin \sqrt{Q_2^* + \frac{1}{2N_2}}}{\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} =$$

$$= \frac{2 \arcsin \sqrt{9,38 \cdot 10^{-5} - \frac{1}{2 \cdot 53333}} - 2 \arcsin \sqrt{5,14 \cdot 10^{-5} + \frac{1}{77777}}}{\sqrt{\frac{1}{53333} + \frac{1}{77777}}} = 0,58$$

Вычисленное значение $U=0,58$ меньше критического значения $U_{1-\alpha} = 1,64$ на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Следовательно можно полагать, что наблюдаемый положительный эффект мероприятий является не закономерным, а случайным.

Сформулируем выводы по решению задачи № 1.

1). При состоянии безопасности полетов, соответствующем анализируемому статистическим данным, на каждые 10^4 полетов возможно в среднем ожидать от 0 до 2 авиационных происшествий.

2). Можно полагать, что наблюдаемый положительный эффект мероприятий, направленных на исключение авиационных происшествий из-за отказов техники, является не закономерным, а следствием случайных обстоятельств. Для окончательного суждения об эффекте мероприятий необходимо провести анализ причин каждого авиационного происшествия с целью выявления их повторяемости по одним и тем же причинам.

3). Разработать рекомендации по совершенствованию менее надежных систем и узлов ЛА. Произвести на эксплуатируемой технике необходимые доработки.

Задача №2

Выполнить ранжировку конструктивных групп самолета по показателю надежности q на уровне значимости $\alpha = 0,05$ ($U_{кр} = 1,64$). Статистика авиационных происшествий и предпосылок к ним из-за отказов различных конструктивных групп приведена в таблице № 1.

Таблица № 1

Двигатель и топливная система		Система управления		Планер и его система		РЭО		АО		АВ	
п _{АП}	п _и	п _{АП}	п _и	п _{АП}	п _и	п _{АП}	п _и	п _{АП}	п _и	п _{АП}	п _и
2	58	1	34	0	50	0	100	1	79	0	65

Решение задачи № 2

1). Для ранжировки конструктивных групп необходимо произвести их попарное статистическое сравнение в соответствии с критерием

$$U = \sqrt{2} \left(\sqrt{n_i - \frac{1}{2}} - \sqrt{n_j + \frac{1}{2}} \right), n_i > n_j$$

$$n_i = n_{\text{лп}_i} + n_{\text{лл}_i}$$

Если $U > U_{\text{кр}} = 1,64$, то i -ая группа хуже j -ой группы, если $U < U_{\text{кр}}$, то указанные группы статистически неразличимы. Для того, чтобы каждый раз при сравнении групп не вычислять величину U , целесообразно критерий несколько видоизменить таким образом, чтобы вместо сравнения U и $U_{\text{кр}}$ производить сравнение n_i и $n_{i_{\text{кр}}}$. Положив в критерии $U = U_{\text{кр}} = 1,64$, получим:

$$U_{\text{кр}} = \sqrt{2} \left(\sqrt{n_{i_{\text{кр}}} - \frac{1}{2}} - \sqrt{n_j + \frac{1}{2}} \right).$$

Разрешив это выражение относительно $n_{i_{\text{кр}}}$ будем иметь:

$$n_{i_{\text{кр}}} = 1 + \frac{U_{\text{кр}}^2}{2} + n_j + \sqrt{2} \cdot U_{\text{кр}} \sqrt{n_j + \frac{1}{2}}.$$

При $U_{\text{кр}} = 1,64$ (уровень значимости $\alpha = 0,05$)

$$n_{i_{\text{кр}}} = 2,345 + n_j + 2,319 \sqrt{n_j + \frac{1}{2}}.$$

Если $n_i > n_{i_{\text{кр}}}$, то i -ая группа хуже j -ой группы, если $n_i < n_{i_{\text{кр}}}$, то i -ая и j -ая группы статистически неразличимы. Значения $n_{i_{\text{кр}}}$ при $U_{\text{кр}} = 1,64$ приведены в таблице на плакате (см. табл.2, приложения № 1).

2). На основании сравнения n_i с $n_{i_{\text{кр}}}$ заполним таблицу следующего вида:

Таблица 1.2

Группа	Двигатель и топливная система	Система управления	Планер и его системы	РЭО	АО	АВ	Σ
Двигатель и топливная система	-	-1	0	+1	0	0	0
Система управления	+1	-	0	+1	+1	+1	+4
Планер и его системы	0	0	-	+1	+1	0	+2
РЭО	-1	-1	-1	-	0	-1	-4
АО	0	-1	-1	0	-	0	-2
АВ	0	-1	0	+1	0	-	0

В соответствии с этой таблицей места между группами распределяются следующим образом:

Группа	Место
Система управления	1
Планер и его системы	2
Двигатель и АВ	3-4
АО	5
РЭО	6

Таким образом, двигатель и АВ по надежности оказались статистически неразличимыми, наилучшая группа - система управления, наихудшая - РЭО.

Подведение итогов 1-ой части занятия

При подведении итогов 1-ой части занятия обратить внимание слушателей на следующие обстоятельства.

1). Получаемые при решении задач количественные результаты нельзя рассматривать как окончательные при формулировании выводов, их можно рассматривать лишь как отправные для принятия соответствующего суждения в исследуемом вопросе.

2). Точность получаемых результатов тем выше, чем больше объем использованной статистики и чем более она достоверна.

Профессор кафедры

В.Воробьев

" _____ " _____ 1998г.

