

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кафедра безопасности полетов и жизнедеятельности

Проверена:

(подпись, дата)

Результат собеседования

(подпись, дата)

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

«БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ»

Выполнил студент 3/Ф
Самолётников И.Л.
Шифр М-011010

Москва 2006

Исходные данные:

Количество ВС данного типа: $K = 62$

Налет i -го ВС за рассматриваемый период: $t_i = 2250$ (ч.)

Среднее количество полетов одного ВС за рассматриваемый период: $N_i = 1500$

Продолжительность одного полета: $t = 1.5$ (ч)

Количество авиационных происшествий и инцидентов за рассматриваемый период эксплуатации:

1 группа - падение тяги двигателя:

$$n_{АП} = 5 \quad n_{АП} = 14$$

2 группа - отказы радиоэлектронного и приборного оборудования:

$$n_{АП} = 0 \quad n_{АП} = 15$$

3 группа - разрушение силовых элементов планера:

$$n_{АП} = 4 \quad n_{АП} = 0$$

Тип ВС: Як - 40

Среднее за период количество самолетов в парке: 300

Средний за период налет на 1 среднесписочный самолет: 1380(ч)

Количество сложных ситуаций за период: 31

1. Определение статистических показателей БП

1.1. Средний налет на одно авиационное происшествие:

$$T_{АП} = \frac{\sum_i^k t_i}{n_{АП}} = \frac{2250 \cdot 62}{5 + 0 + 4} = 15500 \text{ (ч)}$$

где $k = 62$ - количество ВС данного типа;

$t_i = N_i \cdot t = 1500 \cdot 1.5 = 2250$ (ч) налет i -го ВС за рассматриваемый период.

1.2. Средний налет на один инцидент:

$$T_{ИН} = \frac{\sum_i^k t_i}{n_{ИН}} = \frac{2250 \cdot 62}{14 + 15 + 0} = 4810 \text{ (ч)}$$

1.3. Среднее количество полетов, приходящихся на одно авиационное происшествие:

$$N_{АП} = \frac{\sum_i^k N_i}{n_{АП}} = \frac{1500 \cdot 62}{5 + 4 + 0} = 10333$$

где $k = 62$ количество ВС данного типа;

$N_i = 1500$ - среднее количество полетов одного ВС за рассматриваемый период;

1.4. Средний количество полетов, приходящихся на один инцидент:

$$N_{АП} = \frac{\sum_i^k N_i}{n_{ИН}} = \frac{1500 \cdot 62}{14 + 15 + 0} = 3207$$

2. Определение вероятностных показателей БП

Уровень безопасности полетов можно определить, используя общие и частные показатели БП.

К общим показателям можно отнести:

Q - уровень риска,

$P_{АП}$ - вероятность отсутствия авиационных происшествий за определенное суммарное время налета.

i 2.1. Общие показатели БП

По данным массовой эксплуатации непосредственно могут быть определены статистические оценки этих показателей: **Уровень риска:**

$$Q = \frac{n_{АП}}{N} = \frac{5+0+4}{1500 \cdot 62} = 9,677 \cdot 10^{-5}$$

где N - суммарное число выполненных полетов;

Вероятность отсутствия АП за определенное суммарное время налета:

$$P_{АП} = e^{-n_{ап}} = e^{-9} = 1.23 \cdot 10^{-4}$$

Полученные оценки являются приближенными, случайными, так как число авиационных происшествий $n_{АП}$ за рассматриваемый период случайно и могло быть как больше, так и меньше зарегистрированного значения.

Погрешность определения показателей безопасности полетов возможно оценить, определив доверительные интервалы, в которых с определенной степенью достоверности находятся истинные значения этих показателей. Из соотношений для общих показателей БП видно, что для этого необходимо определить доверительный интервал для величины $n_{АП}$. Последний может быть найден, если воспользоваться допущением о пуассоновском распределении числа авиационных происшествий. Вероятность определенного числа авиационных происшествий $n_{АП}$ по этому распределению определяется выражением:

$$P_{АП} = \frac{a^{n_{АП}}}{n_{АП}!} \cdot e^{-a}$$

где «а» - неизвестный параметр распределения. В качестве оценки параметра "а" может быть принято зафиксированное статистикой число авиационных происшествий $n_{АП}$, т.е. $a = n_{м}$

Распределение оценки «а» как случайной величины в случае распределения Пуассона оказывается тесно связанным с X^2 -распределением. Это обстоятельство позволяет выразить доверительный интервал для оценки "а" и, следовательно, для величины $n_{АП}$ через значения X^2 Математическая статистика дает для этого случая соотношение:

$$\frac{1}{2} \cdot X^2 \cdot \frac{1+\beta}{2} \cdot (f_1) \leq n_{АП} \leq \frac{1}{2} \cdot X^2 \cdot \frac{1-\beta}{2} \cdot (f_2)$$

где $f_1 = 2n_{АП}$; $f_2 = 2 \cdot (n_{АП} + 1)$ - числа степеней свободы, в функциях которых по таблицам определяются величины. X^2 для заданной доверительной вероятности p .

Если $n_{АП} > 15$, то для вычисления X^2 можно воспользоваться приближенными формулами, имеющими при $P = 0,95$ вид:

$$X_{0,975}^2(f_1) = \frac{1}{2}(\sqrt{2f_1} - 1,96)^2$$

$$X_{0,025}^2(f_2) = \frac{1}{2}(\sqrt{2f_2} + 1,96)^2$$

При известных границах $n_{АП1}$ и $n_{АП2}$ можно определить доверительные границы для показателей безопасности полетов:

$$Q_1 = \frac{n_{АП1}}{N}$$

$$Q_2 = \frac{n_{АП2}}{N}$$

$$P_{АП1} = e^{-n_{АП2}}$$

$$P_{АП2} = e^{-n_{АП1}}$$

Такой же подход может быть применен при определении доверительных границ для вероятностей отсутствия инцидента или опасного отказа в одном полете, для среднего времени налета на один инцидент $T_{ИН}$ или опасный отказ T_o и вероятностей отсутствия этих факторов за рассматриваемый период.

числа степеней свободы:

$$f_1 = 2n_{АП} = 2(4+0+5) = 18$$

$$X_{0,975}^2(18) = \frac{1}{2}(\sqrt{2 \cdot 18} - 1,96)^2 = 8,16$$

$$f_2 = 2 \cdot (n_{АП} + 1) = 2(4+0+5) = 20$$

$$X_{0,025}^2(20) = \frac{1}{2}(\sqrt{2 \cdot 20} + 1,96)^2 = 34,32$$

доверительный интервал для величины $n_{АП}$:

$$4,08 \leq n_{АП} \leq 17,16$$

$$2,7 \cdot 10^{-3} \leq Q_{АП} \leq 3,3 \cdot 10^{-3}$$

$$6,74 \cdot 10^{-3} \leq P_{АП} \leq 1,8 \cdot 10^{-2}$$

числа степеней свободы:

$$f_1 = 2n_{ИН} = 2(14+15+0) = 58$$

$$X_{0,975}^2(58) = \frac{1}{2}(\sqrt{2 \cdot 58} - 1,96)^2 = 38,81$$

$$f_2 = 2 \cdot (n_{ИН} + 1) = 2(14+15+0+1) = 60$$

$$X_{0,025}^2(60) = \frac{1}{2}(\sqrt{2 \cdot 60} + 1,96)^2 = 83,39$$

доверительный интервал для величины $n_{ин}$:

$$19,4 \leq n_{АП} \leq 41,7$$

$$9,3 \cdot 10^{-3} \leq Q_{АП} \leq 0,01$$

$$8,31 \cdot 10^{-8} \leq P_{АП} \leq 3,05 \cdot 10^{-7}$$

По одному статистическому показателю, например, налету на одно авиационное

происшествие (инциденту), получить количественную оценку достигнутого уровня безопасности полета не представляется возможным. Достоверность получаемых оценок возрастает с увеличением объема статистики по числу выполненных полетов или суммарного налета. Поэтому такие оценки могут быть получены или в крупных авиационных объединениях, или за достаточно длительный период эксплуатации. Эти оценки являются интегральными, учитывающими совокупное влияние на безопасность полета всех факторов: надежности авиационной техники, обученности личного состава, сложности решаемых задач и т.д. Существенное влияние на показатели уровня безопасности полета оказывают мероприятия, проводимые в масштабах управлений или ГА в целом. Поэтому по тенденции изменения показателей можно судить о влиянии этих мероприятий на уровень безопасности полетов. Оценку безопасности полета по статистическим данным можно производить не только интегрально по всем факторам и мероприятиям, но и по каждому из них в отдельности. Методика расчета Q_{iAA} и Q_{iIII} остается прежней, только под n_{iAP} и n_{iIII} нужно понимать число авиационных происшествий и инцидентов по i -му фактору.

Вклад i -го фактора в общий уровень аварийности определяется не только частотой его появления в полете, но и степенью опасности его последствий.

3. Ранжировка неблагоприятных факторов

Важной задачей анализа статистики аварийности является выявление факторов, оказывающих наиболее отрицательное влияние на уровень безопасности полетов. По этим факторам разрабатывают и реализуют первоочередные профилактические мероприятия, направленные на повышение безопасности полетов. Выявление наиболее опасных факторов в общем случае связано с ранжировкой факторов по определенным показателям безопасности полета. В некоторых случаях такая ранжировка очевидна из самой практики эксплуатации и не требует проведения каких-либо расчетов по специальной схеме. Во всех других случаях для ранжировки целесообразно использовать методы статистического сравнения. Допустим, что требуется произвести ранжировку n факторов по показателю уровня риска Q , т. е. расположить их в порядке убывания вклада каждого в аварийность. Казалось бы, что эта задача решается весьма просто расположением факторов в порядке убывания числа АП по каждому из них.

Однако такая ранжировка будет случайной, так как положенные в ее основу числа АП по каждому из факторов являются случайными. Если по j -му и i -му факторам произошло соответственно n_j и n_i АП, причем $n_j > n_i$, то этот факт еще не обязательно означает, что j -й фактор более аварийен, чем i -й. Такое утверждение с определенной степенью достоверности будет верно, если n_j значительно превышает n_i . Для установления такого факта математическая статистика предлагает критерий статистического сравнения:

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

Так как величины n_i и n_j случайные, то и величина u также случайна. Она полагается нормально распределенной с параметрами распределения $(0, 1)$.

Для этой величины назначается критическая граница $u_{\text{ед}} = u_{1-\alpha}$ на определенном уровне значимости α . Величина α имеет смысл вероятности отвергнуть проверяемую гипотезу $Q_j = Q_i$, в то время как она в действительности верна.

Обычно принимают

$\alpha = 0,01 \dots 0,1$. В статистике $u_{1-\alpha}$ называют квантилем распределения, в частности, при $\alpha = 0,05$ $u_{1-0,05} = 1,64$.

Если вычисленное значение u превосходит $u_{1-\alpha}$ т. е. $u > u_{1-\alpha}$ то принимается гипотеза $Q_j > Q_i$

и, наоборот, если $u < u_{1-\alpha}$ то принимается альтернативная (конкурирующая) гипотеза $Q_j = Q_i$

Принятие гипотез со степенью достоверности $1 - \alpha$ (доверительной вероятностью) дает ответ на вопрос, случайным является наблюдаемый результат $n_j > n_i$ или неслучайным, закономерным.

По изложенной процедуре с использованием критерия статистического сравнения попарно сравнивают все n факторов, причем число сравнений

По результатам попарного сравнения заполняем таблицу 2

в каждую ячейку таблицы на основании принятой гипотезы заносим:

0, если $Q_j = Q_i$

-1, если $Q_j < Q_i$

1, если $Q_j > Q_i$

По этому правилу заполняем ячейки таблицы, расположенные справа от главной диагонали, на которой ставят прочерки: фактор сам с собой не сравнивается.

Принцип заполнения ячеек, расположенных слева от главной диагонали, ясен из самой таблицы и правила.

Ранжировка факторов производится в соответствии с алгебраическими суммами баллов: наиболее аварийному фактору соответствует наименьшая сумма.

Результаты попарного сравнения по критерию статистического сравнения приведены в табл. 1

Статистическая гипотеза

Сравниваемые группы причин	Соотношение АП	u	Статистическая гипотеза
1/2	5/0	2	$1 > 2$
1/3	5/4	0,671	$1 = 3$
2/3	0/4	1,65	$3 > 2$

Из анализа таблицы 1 следует, что вопреки разнице в числах АП уровни риска из-за падения тяги двигателя и разрушения силовых элементов планера статистически неразличимы, т. е. статистические данные не позволяют утверждать, что АП из-за падения тяги двигателя более вероятны, чем из-за разрушения силовых элементов планера. Для окончательной ранжировки причин АП составлена таблица 2.

таблица 2

фактор	1	2	3	Σ	ранжировка
1	-	1	0	1	
2	-1	-	1	0	
3	0	-1	-	-1	

Из таблицы 2 следует, что угрозу безопасности полета создают разрушение силовых элементов планера.

Задание 4. Причины авиационных происшествий и инцидентов, возникающих из-за некачественного обслуживания авиационной техники.

Многолетний опыт эксплуатации ВС показывает, что в процессе выполнения работ при ТО авиационной техники наиболее частым браком в работе инженерно-технического персонала ИАС бывает либо пропущенный дефект из-за низкого уровня профподготовки, либо внесенный дефект по причине неудовлетворительной технологической дисциплины исполнителей. Поэтому строгое соблюдение требований эксплуатационно-технической документации, своевременное и качественное проведение профилактических мероприятий - залог предупреждения авиационных происшествий и инцидентов.

Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации показывает, что среди инженерно-технического персонала ИАС еще имеется большое количество так называемых характерных нарушений:

- некачественное выполнение монтажных работ, особенно на силовых установках;
- незакрытие пробок, сливных кранов, капотов двигателей и лючков;
- оставление посторонних предметов на ВС;
- невыполнение регламента и технологии;
- неудовлетворительный анализ причин неисправностей авиационной техники, записанных экипажем в бортжурнале, особенно по шасси;
- недоученность личного состава по эксплуатации ВС, авиационного и радиоэлектронного оборудования, невыполнение приказов и др.;
- повреждение ВС.

Для устранения и предупреждения ошибочных действий инженерно-технического персонала ИАС разработаны следующие мероприятия:

- изучение психофизиологических особенностей трудовой деятельности, причин допускаемых ошибок;
- совершенствование учебной базы;
- совершенствование и ЭТД и организации выполнения всех видов работ по ТО авиационной техники;
- создание тренажеров для показа технологического процесса выполнения работ на авиационной технике (особенно монтажно-демонтажных);
- рациональное планирование и своевременное осуществление контроля работ.

Система обеспечения безопасности полетов, принятая в гражданской авиации, отвечает современным требованиям и включает

- строгую регламентацию проектирования, постройки, испытаний и сертификации

ВС, двигателей и оборудования с учетом технических требований к

характеристикам ВС, его элементам, системам, агрегатам и оборудованию;

систему технической эксплуатации с приложением регламентирующей документации для каждого типа ВС и парка ВС в целом с включением перечня обязательных правил по их подготовке и обслуживанию;

- нормативы и технические требования к аэропортам, гражданским аэродромам и

воздушным трассам и их оборудованию, а также правила их сертификации;

- правила, устанавливающие организацию управления воздушным движением;

- организационную схему и порядок работы службы метеобеспечения полетов;

- систему расследования авиационных происшествий и инцидентов, а также

разработку мероприятий по их предотвращению;

- систему обобщения опыта эксплуатации ВС и других элементов авиационной

транспортной системы;

- систему контроля обеспечения безопасности полетов на всех этапах создания и

эксплуатации гражданских ВС.

В настоящее время в гражданской авиации многих стран можно выделить два подхода к обеспечению высокого уровня безопасности полетов. Первый подход основан на нормировании действий, которые должны предприниматься повсеместно для достижения заданного уровня безопасности полетов при конструировании, производстве, эксплуатации и техническом обслуживании ВС, включая управление воздушным движением и аэродромное обслуживание. Второй подход основан на организации предупредительных мер для поддержания установленного уровня безопасности полетов.

Список использованной литературы

1. Костиков В.А, Поляков В.М. Безопасность полетов. Пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. М., 2005.
2. Зубков Б.В., Аникин Н.В. Авиационное техническое обеспечение безопасности полетов. М., Воздушный транспорт, 1993.