

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»**

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ
В АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ**

САМАРА 2006

Составитель: Н.И.Епишев

УДК 621.735.45

Анализ состояния безопасности полетов в авиапредприятиях: Метод указания/ Самара: СГАУ. 2006.

В методических указаниях содержится методика оценки уровня безопасности полетов, анализа состояния БП, а также сведения о состоянии БП в крупнейших авиапредприятиях Приволжского региона.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 160901 и 160903.

Разработаны на кафедре ЭАТ.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева»

Рецензент:

Демидовичев А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1.ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	5
2.ПОКАЗАТЕЛИ БП	5
2.1.Статистические показатели БП	5
2.2.Вероятностные показатели БП	8
3.ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ	9
Список использованных источников	10
Приложение 1	11
Приложение 2 ..	14
Приложение 3	16

1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цель работы – углубление и закрепление знаний студентов по разделу дисциплины «Безопасность полетов», посвященному оценке безопасности полетов (БП) в гражданской авиации, а также ознакомление студентов с состоянием БП в авиационных предприятиях Приволжского управления гос. авиа надзора (ПУ ГАН ФС НСТ).

Порядок выполнения работы

За время, отведенное на выполнение работы необходимо:

- ознакомиться с настоящими методическими указаниями;
- ознакомиться с состоянием безопасности полетов в авиапредприятиях за определенный календарный период (приложения к работе);
- выполнить расчеты и анализ в соответствии с заданием (см. п.4);
- составить письменный отчет и отчитаться за выполненную работу.

2. ПОКАЗАТЕЛИ БП

Количественная оценка БП производится на этапе эксплуатации воздушных судов (ВС) и применяется при анализе состояния БП в отрасли, по региональным управлениям гражданской авиации, в авиапредприятиях, по типам самолетов и т.д. /1/.

Для количественной оценки уровня БП и выявления его зависимости от свойств авиационной транспортной системы (АТС) и условий её функционирования используются два типа показателей – статистические и вероятностные. Определяются показатели по данным о потерях и полезной работе за определенный период времени.

2.1. Статистические показатели БП

Статистические показатели подразделяются на общие и частные, абсолютные и относительные. Общие показатели учитывают влияние на БП всех факторов, а частные – только отдельных факторов или групп факторов.

Абсолютные показатели учитывают абсолютные потери. К ним относятся:

- $n_{АП}$ – число авиационных происшествий (АП);
- $n_{КАТ}$ – число катастроф;
- $n_{АВ}$ – число аварий;
- $n_{ПОГ}$ – число погибших пассажиров и членов экипажей;
- $n_{ЛИ}$ – число авиационных инцидентов;

$n_{\text{чп}}$ – число чрезвычайных происшествий.

Определяются абсолютные показатели сбором информации о потерях за определенный календарный период по авиапредприятиям, региональным управлениям, отрасли. Они могут быть использованы для выявления общих тенденций в динамике авиационных событий.

Однако практическая применимость абсолютных показателей ограничена их зависимостью от численности самолетного парка, налета часов и других показателей производственной деятельности. Поэтому сравнительная оценка БП осуществляется с использованием относительных показателей.

Относительные статистические показатели учитывают как потери, так и полезную работу предприятий и являются отношением этих величин:

$$\bar{n} = \frac{n}{A} M,$$

где n – абсолютные потери;

A – объем работ за рассматриваемый период – налет часов, число перевезенных пассажиров и т.д.;

M – масштабный коэффициент ($10^5 \dots 10^8$).

В гражданской авиации РФ для оценки БП приняты показатели:

- число катастроф на 100 тыс. часов налета

$$\bar{n}_{\text{кат}} = \frac{n_{\text{кат}}}{T_{\text{час}}} \cdot 10^5,$$

где $T_{\text{час}}$ – суммарный налет за рассматриваемый период;

- число инцидентов на 100 тыс. часов налета

$$\bar{n}_{\text{АИ}} = \frac{n_{\text{АИ}}}{T_{\text{час}}} \cdot 10^5;$$

- число погибших на 1 млн. перевезенных пассажиров

$$\bar{n}_{\text{пог}} = \frac{n_{\text{пог}}}{N_{\text{пасс}}} \cdot 10^6,$$

где $N_{\text{пасс}}$ – общее число перевезенных пассажиров.

Используются также относительные показатели обратные перечисленным, представляющие отношение полезной работы к понесенным при этом потерям, в частности, средний налет на одно авиапроисшествие – $T_{\text{АИ}}$, на одну аварию – $T_{\text{АВ}}$, одну катастрофу – $T_{\text{кат}}$, один инцидент – $T_{\text{ин}}$.

$$T_{АП} = \frac{T_{час}}{n_{АП}}; T_{Ав} = \frac{T_{час}}{n_{Ав}}; T_{кат} = \frac{T_{час}}{n_{кат}}; T_{Аи} = \frac{T_{час}}{n_{Аи}}.$$

Общие статистические показатели являются интегральными и не позволяют выявить влияние на БП отдельных факторов. Эта задача решается использованием частных показателей.

Частные статистические показатели, как и общие, могут быть абсолютными и относительными. Абсолютные частные показатели: n_i – число событий (АП, аварий, катастроф, инцидентов) вызванных i – ой причиной; n_j – число событий, вызванных j – й группой причин; n_v – число событий, происшедших на v - м этапе полета.

Частные относительные статистические показатели – относительное количество событий, происшедших по i – й группе причин, v - м этапе полета по отношению к общему числу событий (n) данного класса (в %):

$$\bar{n}_i = \frac{n_i}{n} = 100\%; \quad \bar{n}_j = \frac{n_j}{n} \cdot 100\%; \quad \bar{n}_v = \frac{n_v}{n} \cdot 100\%.$$

Например, относительное количество инцидентов, вызванных конструктивно-производственными недостатками (КПН) авиационной техники должно определяться как:

$$\bar{n}_{икпн} = \frac{n_{икпн}}{n_{ин}} \cdot 100\%,$$

где $n_{икпн}$ – число инцидентов, вызванных КПН.

В качестве i -х причин могут рассматриваться отказы отдельных функциональных систем самолета, ошибки различных категорий работников, конкретные неблагоприятные условия полета и т.п. В j -е группы причин включают отказы авиационной техники (все отказы), ошибки персонала, неблагоприятные условия полета без конкретизации причин внутри каждой из указанных групп. В качестве v -х этапов полета рассматривают взлет с первоначальным набором высоты (самолет во взлетной конфигурации), полет по маршруту с этапами набора высоты и снижения, заход на посадку и посадка.

Кроме отмеченных относительных частных широко используется показатель – средний налет на одно событие, обусловленное группой факторов:

$$T_j = \frac{l_{час}}{n_j}.$$

2.2. Вероятностные показатели БП

Авиационное происшествие или инцидент (АП и И) как потенциально возможный исход конкретного полета по своей природе – случайное событие вследствие случайности возникновения во времени и пространстве полета неблагоприятных факторов. Поэтому критерием количественной оценки БП можно считать вероятность благополучного исхода полета:

$$P_{\text{БП}} = 1 - Q, \quad (1)$$

где Q – вероятность появления авиационного события.

Для вычисления вероятности появления « n » АП в N полетах (P_n) можно воспользоваться Пуассоновским законом распределения вероятностей:

$$P_n = \frac{a^n}{n!} \cdot e^{-a} \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad (2)$$

где a – параметр распределения (его математическое ожидание).

Закон Пуассона – закон редких событий, описывающий распределение вероятностей при большом числе опытов (в нашем случае – полетов) и малой вероятности событий (АП и И). Поток событий описываемый распределением должен обладать свойствами стационарности, ординарности, отсутствием последствия.

Величина « a » в задаче о вероятности появления АП представляет собой среднее число АП, приходящееся на время N полетов на одностипных ВС:

$$m_{\text{АП}} = \frac{T_{\text{час}}}{T_{\text{АП}}}$$

Вероятность появления $n_{\text{АП}}$ в N полетах в соответствии с (2) равна:

$$P_{n_{\text{АП}}} = \frac{(m_{\text{АП}})^{n_{\text{АП}}}}{n_{\text{АП}}!} \cdot e^{-m_{\text{АП}}} \quad (3)$$

При условии $n_{\text{АП}} = 0$, что соответствует отсутствию в полете АП.

$$P_0 = e^{-m_{\text{АП}}} = e^{-\frac{T_{\text{час}}}{T_{\text{АП}}}}$$

Аналогично может оцениваться вероятность появления в полете инцидентов ($P_{\text{ИАИ}}$), а также оцениваться влияние на БП отдельных неблагоприятных факторов, в том числе, отказов АТ. Например, при

наработке на отказ двигателя в полете $T_{он} = 10000$ час вероятность не- появления отказа двигателя в полете продолжительностью 2 часа равна

$$P_n = e^{\frac{-2}{10000}} = 0,9998, \text{ за 3 часа } P_0 = 0,9997;$$

а вероятность отказа в соответствии с (1) равна соответственно $2 \cdot 10^{-4}$ и $3 \cdot 10^{-4}$. Отказ 2-х двигателей в полете за 2 часа равен $4 \cdot 10^{-8}$, что является событием крайне маловероятным.

На практике свойства реальных потоков могут не соответствовать указанным выше для простейших потоков, в частности, поток АП может быть нестационарным для большого календарного срока эксплуатации ВС или большого налета часов. Но нестационарность процесса возникновения АП не вносит принципиальных особенностей в связь между вероятностными и статистическими показателями БП. Распределение вероятностей появления АП остается Пуассоновским и на отдельных отрезках временной оси его можно считать практически стационарным (квазистационарным). Тогда, определив по уравнению (3) P_{ni} для интервалов времени Δt_i (в общем случае неравных), можно определить вероятность P_n для всего интересующего нас времени:

$$P_n = \prod_{i=1}^K P_{ni},$$

где K – количество временных интервалов.

3. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Пользуясь сведениями о состоянии парка ВС (приложение 1) и о состоянии безопасности полетов (приложения 2, 3) в авиапредприятиях Приволжского ОМТУ ВТ РФ /2, 3/:

1. Определить относительные показатели БП ($n_{ли}, T_{ли}$) по авиапредприятиям, по типам ВС, из-за отказов систем ВС за 2002 и 2005 г.г.

2. Привести сравнительный анализ БП по авиапредприятиям, типам ВС, системам ВС представив результаты расчетов (П. 1) графически.

3. Определить относительное число АС, обусловленное различными группами факторов: техническими причинами, недостатками в работе служб авиапредприятий, внешними факторами. Представить результаты анализа в виде круговой диаграммы.

4. Сравнить показатели БП, обусловленные недостатками в работе служб авиапредприятий за 2001, 2002 и 2005 г.г.

5. Определить вероятность того, что за 2 часа полета самолета (Ту-154, Ту-134, Як-42) не произойдет отказа двигателей и приборов их контроля, систем управления самолетом.

Список использованных источников

1. Сакач Р.В., Зубков Б.В. и др. Безопасность полетов. – М: Транспорт, 1989. – 239 с.
2. Состояние безопасности полетов в авиапредприятиях Приволжского ОМТУ ВТ МТ России за 2002 год.
3. Анализ состояния безопасности полетов и выполнения сертификационных требований организациями по ТО и Р АТ Приволжского УГАН ФС НСТ за 2005 год.

**Состояние парка ВС на предприятиях Приволжского
управления ВТ**

Таблица П.1.1 Состояние парка ВС за 2002 год

Предприятие	Тип ВС	Среднее кол-во ВС	Налет (час)
1	2	3	4
а/к «Самара»	Ту-154	13	3888
	Ту-134	9	7170
	Як-42	3	819
	Як-40	3	2620
а/к «Саравиа»	Як-42	9,6	481
	Ан-24	1	295
	Ми-8	1	143
а/к «Оренбургские авиалинии (ОАЛ)	Ту-154	2,7	2801
	Ту-134	2,3	1311
	Ан-24	5	539
	Ан-2	45	4080
	Як-40	3	417
	Ми-8	3	1702
	Ми-2	8,4	3498
а/к «Башкирские авиалинии» (БАЛ)	Ту-154	13,6	7832
	Ту-134	6,4	2947
	Ан-74	3,2	93
	Ан-24	4,8	737
	Ми-8Т	6,5	857
а/к «Пермские авиалинии» (ПАЛ)	Ту-154	3,08	1266
	Ту-134	5	3272
	Ан-24, Ан-26	6,27	2824
	Як-40	1	129
а/к «Ижавиа»	Як-42	1	365
	Ту-134	3	1432
	Ан-24	2,6	2860
Кировское АП	Ан-24, Ан-26	3,8	862
	Ан-2	8,6	236
	Ми-2	7	746
Саранское АП	Ан-24	6	808
	Ан-2	27	2833

Таблица П.1.1 (продолжение)

1	2	3	4
Количество ВС различных типов и налет по типам ВС	Ту-154	32,38	15787
	Ту-134	25,7	16132
	Як-42	13,6	1665
	Як-40	7	3166
	Ан-24, Ан-26	29,47	8925
	Ан-2	80,6	7149
	Ми-8	10,5	2702
	Ми-2	15,4	4244
	Ан-74	3,2	93
Итого по всем ВС	Все ВС	217,85	59863

Таблица П.1.2 Состояние парка ВС за 2005 год

Предприятие	Тип ВС	Среднее кол-во ВС	Налет (час)
1	2	3	4
а/к «Самара»	Ту-154	13	7392
	Ту-134	7	8343
	Як-42	4	3315
а/к «Саравиа»	Як-42	10	5104
	Як-40	1	727
	Ми-8	1	52
а/к Оренбургские авиалинии (ОАЛ)	Ту-154	5	6334
	Ту-134	8	10691
	Ан-24	5	1310
	Ми-8	8	865
	Ми-2	8	1692
	Ан-2	40	2824
а/к «Башкирские авиалинии» (БАЛ)	Ту-154	8	8919
	Ту-134	3	2241
а/к «Пермские авиалинии» (ПАЛ)	Ту-154	4	3836
	Ту-134	5	4602
	Ан-24, Ан-26	6	3674
	Ми-8	8	979
	Ми-2	2	284
	Ан-2	10	544
	Як-40	1	34

Таблица П.1.2 (продолжение)

1	2	3	4
а/к «Ижавиа»	Як-42	1	1104
	Ту-134	3	2108
	Ан-24, Ан-26	8	2468
Кировское АП	Ан-24, Ан-26	7	1761
	Ми-2	1	157
	Ан-2	8	215
Саранское АП	Ан-24	7	651
	Ан-2	20	1494
Кол-во ВС различных типов и налет часов по типам ВС	Ту-154	30	26481
	Ту-134	26	27985
	Як-42	15	9523
	Як-40	2	761
	Ан-24, Ан-26	33	9864
	Ан-2	78	5077
	Ми-8	17	1896
	Ми-2	11	2133
Итого по всем ВС	Все ВС	212	83720

Состояние БП в авиапредприятиях Приволжского ТУ ВТ
за 2002 г.

Таблица П.2.1. Количество АС в авиапредприятиях

Авиапредприятие	АП	АИ	ПВС	Всего АС
а/к «Самара»	-	41	-	41
а/к «Саравиа»	-	4	-	4
а/к ОАЛ	-	5	-	5
а/к БАЛ	-	28	1	29
а/к ПАЛ	-	18	-	18
а/к «Ижавиа»	-	1	2	3
Кировское АП	-	1	-	1
Саранское АП	-	4	-	4

Таблица П.2.2. Авиационные инциденты по типам ВС

2002

Тип ВС	Ту-154	Ту-134	Як-42	Як-40	Ан-24, Ан-26	Ан-2	Ми-8	Ми-2
Кол-во АИ	30	49	8	4	5	3	2	1

Таблица П.2.3. Распределение АИ из-за отказов АТ по типам ВС и отказавшим системам

Тип событий	Ту-154	Ту-134	Як-42	Як-40	Ан-24, Ан-26	Ан-2	Всего
Механизация крыла и стабилизатора, индикация положения	8	4	2	-	-	-	14
Отказы и неисправности гидросистемы	2	-	1	-	-	-	3
Отказы и неисправности шасси	1	5	-	-	3	-	9
Отказы и неисправности пилотажно-навигационного оборудования	1	6	2	1	-	-	10
Некачественное техническое обслуживание	1	2	-	1	1	-	5
Полет с просроченным ресурсом	2					2	5

Таблица П.2.4. Распределение АС по группам факторов

Ответственные службы, отделы	АП	АИ		ПВС	
		2001 г.	2002 г.	2001 г.	2002 г.
Летная служба	-	28	27	-	-
ИАС	-	5	6	-	1
УВД	-	1	1	-	-
САБ	-	1	3	-	-
Спец. транспорт	-	-	1	5	4
Аэродромная служба	-	1	4	-	-
Служба ЭСТОП	-	1	1	-	-
По техническим причинам	-	31	41	-	-
Итого		68	86	5	5

Приложение 3

Состояние БП в авиапредприятиях Приволжского ТУ ВТ за 2005 г.

Таблица П.3.1. Количество АС в авиапредприятиях

Авиапредприятия	АП	АИ	ПВС	Всего
а/к «Самара»	-	12	-	12
а/к «Саравиа»	-	11	1	12
а/к ОАЛ	-	2	-	2
а/к БАЛ	-	9	-	9
а/к ПАЛ	-	3	2	5
а/к «Ижавиа»	-	7	-	7
Кировское АП	-	-	-	-
Саранское АП	-	1	-	1

Таблица П.3.2. Авиационные инциденты по типам ВС *2005*

Тип ВС	Ту-154	Ту-134	Як-42	Як-40	Ан-24, Ан-26	Ан-2	Ми-8	Ми-2
Кол-во АИ	9	13	13	2	6	-	1	1

Таблица П 3.3. Распределение АИ из-за отказов АТ по типам ВС и отказавшим системам

Тип событий	Ту-154	Ту-134	Як-42	Як-40	Ан-24, Ан-26	Ми-2	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Механизация крыла и стабилизатора, индикация положения	2	1	1	-	-	-	4
Отказы и неисправности шасси, систем управления шасси и сигнализации	-	4	1	-	1	-	6
Отказы и неисправности двигателей, ВСУ	1	1	3	1	-	1	7
Отказы приборов контроля двигателей	2	-	1	-	1	-	4
Растрескивание эл. обогриват. стекол, отказ обогрева	1	1	-	-	1	-	3

Таблица П. 3.3. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
Отказы и неисправности пилотажно-навигационного оборудования, эл. систем				1	2	-	3
Некачественное техническое обслуживание	1	1	2				4

Таблица П.3.4. Распределение АС по группам факторов

Ответственные службы, отделы	АП	АИ	ПВС
Летная служба	-	5	1
ИАС		4	1
Аэродромная служба		2	3
САБ		2	-
ОВД		1	-
СОП (организация перевозок)		-	1
Влияние внешней среды		2	-
Технические причины		27	-
Итого		43	6

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ
В АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ

Методические указания к практической работе

Составитель: *Николай Иванович Епишев*

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П.Королева»
443086 г. Самара, Московское шоссе, 34