

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

**Кафедра безопасности полетов и жизнедеятельности
В.В. Рыбалкин**

БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

ПОСОБИЕ

по выполнению контрольной работы

*для студентов V курса
специальности 080507
заочного обучения*

Москва - 2010

ББК 052-08.2.03

Р33

Рецензент д-р экон. наук, проф. Б.В. Артамонов

Рыбалкин В.В.

Р33 Безопасность полетов: Пособие по выполнению контрольной работы. – М.: МГТУ ГА, 2010. – 12 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины СДР.02 «Безопасность полетов» по Учебному плану для студентов V курса специальности 080507 заочного, утвержденному в 2007 г.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 11.03.10 г. и методического совета 08.04.10 г.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

Выполнение контрольной работы в соответствии с приведенными ниже заданиями является одним из этапов изучения учебной дисциплины «Безопасность полетов». Цель контрольной работы – закрепление студентами навыков проведения инженерного анализа, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в процессе обучения, а также творческое их применение при решении конкретных инженерных задач по оценке и повышению уровня безопасности полетов при эксплуатации авиационной техники.

Прежде чем приступить к выполнению контрольного задания, следует изучить соответствующие разделы учебной дисциплины, а также внимательно прочитать данное пособие по выполнению контрольной работы.

Студент выполняет контрольное задание согласно своего шифра. Номер варианта задания определяется последней цифрой шифра. Например, шифр 86248. Номер варианта задания в этом случае определяется цифрой 8.

По согласованию с преподавателем кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности студент может получить индивидуальное задание для выполнения контрольной работы. Такое индивидуальное задание обычно предусматривает расчет показателей БП в конкретном авиапредприятии, где работает студент, оценку эффективности мероприятий, проводимых в данном авиапредприятии по повышению БП, и другие задачи.

Задание №1

Рассчитать статические и вероятностные показатели безопасности полетов, если известны следующие данные (табл. 1):

K – количество ВС данного типа, шт.;

T_i – налет i -го ВС за рассматриваемый период, ч;

N_i – среднее количество полетов одного ВС за рассматриваемый период, шт.;

T – продолжительность одного полета, ч;

$N_{ап}$ – количество АП или инцидентов за рассматриваемый период эксплуатации, шт.

Таблица 1

Основные данные для расчета показателей БП

№ варианта	K	T_i	N_i	T	Причина АП инцид. (гр.№)	Кол-во АП	К-в инц.
1	44	300	2000	6	1	0	15
					6	0	17
					8	1	11
					9		18
					10	1	10
2	38	600	2500	4	2	1	15
					3	0	14
					5	1	18
					10	0	12
3	65	1000	3000	3	2	0	14
					4	2	15
					7	0	13
					9	0	12

Продолжение табл. 1

4	40	1700	3500	2	2	0	14
					6	2	17
					7	0	14
					10		0
5	39	1300	2000	2	1	1	15
					2	0	14
					8	0	12
					10	1	10
6	41	1100	3000	2,5	2	1	13
					4	0	13
					5	1	12
					7	0	14
7	43	1200	3000	2,5	1	1	15
					2	0	13
					3	1	14
					5	0	17
8	60	900	2500	3,5	2	1	15
					7	0	14
					9	0	13
					10	1	18
9	83	2000	2000	1,5	2	0	13
					6	0	17
					7	1	14
					10	2	15
0	62	1500	2000	1,5	2	1	14
					4	0	14
					7	0	16
					10	1	18

Порядок выполнения контрольного задания №1

Определение статистических показателей БП

1) T_{an} – средний налет на одно АП

$$T_{an} = \frac{\sum_{i=1}^k ti}{n_{an}} .$$

2) T_{un} – средний налет на один инцидент

$$T_{un} = \frac{\sum_{i=1}^k ti}{n_{un}} .$$

3) N_{un} – среднее количество полетов, приходящихся на один инцидент

$$N_{un} = \frac{\sum_{i=1}^k N_{iui}}{n_{un}} .$$

4) N_{an} – среднее количество полетов, приходящихся на одно АП

$$N_{an} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i}{n_{an}} .$$

Определение частных вероятностных показателей БП

1. Вероятность проявления j-той причины (фактора) P (Пj).

Статистическая оценка этой вероятности определяется как отношение общего количества АП и инцидентов, произошедших по j-й причине, за используемый период времени на данном типе ВС к общему числу полетов этого типа авиатехники за тот же период времени.

$$P^*(P_j) = \frac{n_{jaa} + n_j}{N} .$$

При исследовании вопросов безопасности полетов эта характеристика является важной. Она показывает, насколько часто проявляется рассматриваемая причина в процессе эксплуатации.

Здесь $n_{jап}$ – количество АП и $n_{jин}$ – количество инцидентов по j -й причине определяется путем обработки имеющейся информации по отказам авиационной техники и группировки их по соответствующему признаку;

N – суммарное количество полетов на данном типе летательных аппаратов за рассматриваемый период.

2. Условная вероятность АП при появлении j -й причины (фактора).

$P\left(\frac{АП}{П_j}\right)$, т.е. какова вероятность того, что произойдет АП, если в полете

появилась j -я причина. С точки зрения оценки безопасности полетов эта характеристика является одной из основных.

Она отражает степень опасности проявившейся причины на безопасность полётов и по ней представляется возможность судить, на какие причины необходимо обращать внимание с целью их предотвращения и соответственно повышения безопасности полетов.

Статистическая оценка условной вероятности АП при проявлении j -й причины $P^*\left(\frac{АП}{П_j}\right)$ определяется как отношение количества АП по j -й причине к общему числу АП и инцидентов по той же причине, происшедших на исследуемом типе ВС за рассматриваемый период времени.

$$P^*\left(\frac{АП}{П_j}\right) = \frac{n_{jan}}{n_{jan} + n_{jin}} .$$

3. $P^*\left(\frac{П_j}{n_{ап}}\right)$ - вероятность j -й причины (фактора) при появлении АП.

Статистическая оценка условной вероятности определяется по формуле

$$P^*\left(\frac{П_j}{АП}\right) = \frac{n_{jan}}{n_{ап}} .$$

Вероятность j -й причины при появлении АП $P\left(\frac{АП}{П_j}\right)$ отражает то, насколько часто АП происходят по j -й причине, или какая доля всех АП на данном типе авиатехники приходится на j -ю причину.

$$4. P^* \left(\frac{П_j}{ИН} \right) = \frac{n_{juu}}{n_{uu}} .$$

Вероятность j -й причины при появлении инцидентов $P(П(ИН))$ отражает то, насколько часто инциденты происходят по j -й причине и какая доля всех инцидентов на данном типе техники происходит по j -й причине.

5. $P\left(\frac{П}{АП+ИН}\right)$ - вероятность j -й причины (фактора) при появлении АП и ИН. Статистическая оценка вероятности определяется по формуле

$$P^* \left(\frac{П_j}{АП+ИН} \right) = \frac{n_{jaa} + n_{juu}}{n_{au} + n_{uu}} .$$

Вероятность j -той причины при появлении АП и ИН $P\left(\frac{П}{АП+ИН}\right)$ отражает то, насколько часто АП и ИН происходят по j -й причине или какая доля всех АП и ИН происходит по j -той причине.

Определение общих вероятностных показателей БП

1. Генеральной оценкой ВС по безопасности полетов из-за j -й причины может служить $P(АП)$ – вероятность АП по j -й причине (фактору), которая определяется по формуле

$$P_j(АП) = P\left(\frac{АП}{П_j}\right) .$$

Статистическая оценка вероятности АП по j -й причине будет равна

$$P_j^*(АП) = P_j^* \left(\frac{АП}{n_j} \right) = P_j^*(П_j) = \frac{n_{jaa}}{n_{jaa} + n_{juu}} * \frac{n_{jaa} + n_{juu}}{N} ; P_j^*(АП) = \frac{n_{jaa}}{N} .$$

2. Статистическая оценка вероятности АП по всем причинам для данного типа ВС $P(АП)$ определяется по формуле

$$P_j^*(АП) = \sum_1^a P^* \left(\frac{АП}{n_j} \right) * P^k(n_j)$$

3. Статистическая оценка вероятности успешного завершения отдельного полета на данном типе ВС

$$P_{\delta n}^*(АП) = 1 - \sum_1^a P_j^* \left(\frac{АП}{n_j} \right) * P^*(n_j)$$

Рассмотренные количественные характеристики безопасности полетов справедливы, когда нет связи между отдельными группами причин АП. В действительности такие связи наблюдаются, и события оказываются зависимыми. Так, например, отказ техники в полете усложняет действия летчика, увеличивает вероятность совершения им ошибки.

Учитывая связь между аналитическими и статистическими критериями, можно определить общий аналитический критерий по известным статистическим данным. Так, например, если известен налет T на одно АП, то вероятность завершения полетов без АП будет равна $P_{\delta n}^*(АП) = e^{-\frac{t}{T_{ан}}}$

$$P_{ан}^* = 1 - P_{\delta n}^* = \frac{t}{T_{ан}}$$

Если за t принять продолжительность одного полета, например, транспортного самолета $t=2$ ч., то при налете на одно АП $T_{ан}=1000000$ ч, получим

$$\frac{2}{1000000} = 0.000002$$

Это значит, что в рассматриваемом примере приблизительно в 2-х полетах из 1000000 продолжительностью по 2ч. каждый, можно ожидать АП.

4. Несколько иначе решается вопрос о математической формулировке общего критерия безопасности выполнения множества (N) полетов. В этом

случае общим вероятностным показателем безопасности полетов является вероятность отсутствия АП при выполнении всех N – полетов, одинакова и поэтому

$$P(БП)_1 = P(БП)_2 = \dots = P(БП)_j = \dots = P(БП)_N$$

Тогда для решения задачи можно воспользоваться частной теоремой теории вероятностей о повторении опытов. В соответствии с этой теоремой число АП определяется биномиальным распределением, т.е. вероятность $P(n_{ап})$ того, что произойдет ($n_{ап} = 1, 2, \dots, N$) в полетах выражается формулой

$$P(n_{ап}) = C_N^{n_{ап}} * P_{(ап)}^{n_{ап}} * [1 - P_{(ап)}]^{N - n_{ап}}, \text{ где } C_N^{n_{ап}} = \frac{N!}{n_{ап}!(N - n_{ап})!}.$$

Вероятность благополучного завершения всех N – полетов получим при условии $n_{ап} = 0$

$$P'_{бп} = P_{(n_{ап}=0)} = [1 - P_{(ап)}]^N = P_{БП}^N.$$

Так как оценка уровня безопасности полетов производится по очень большому числу полетов N , вероятность АП $P_{(ап)}$ в каждом из которых очень мала, то это дает основание, как показывает теория вероятностей, заменить биномиальное распределение распределением Пуассона, в соответствии с которым

$$P_{(n_{ап})} = \frac{(N * P_{ап})^{n_{ап}}}{n_{ап}!} * e^{-NP_{(ап)}}.$$

Для вероятности благополучного завершения всех полетов получим

$$P'_{бп} = e^{-NP_{(ап)}}.$$

Литература

1. Зубков Б.В., Сакач Р.В., Костиков В.А. Безопасность полетов. – М.: МГТУ ГА, 2007.
2. Рыбалкин В.В. Безопасность полетов: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 1998. Ч. 1, 2.

Редактор И.В. Вилкова

Печать офсетная	Подписано в печать 08.07.10 г.	0,37 уч.-изд. л.
0,69 усл.печ.л.	Формат 60x84/16 Заказ № 1076/	Тираж 150 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20
Редакционно-издательский отдел
125493 Москва, ул. Пулковская, д.6а

© Московский государственный
технический университет ГА, 2010