

Порядок выполнения контрольного задания № 1.
Определение статистических показателей БП

1). $T_{ан}$ - средний налет на одно АП

$$T_{ан} = \frac{\sum_{i=1}^k ti}{n_{ан}}, \text{ где } k \text{ — количество ВС данного типа 2). } T_{ин} \text{ - средний налет}$$

на один инцидент

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

3). $N_{ин}$ - Среднее количество полетов, приходящихся на один инцидент. 4). $N_{ан}$ - среднее количество полетов, приходящихся на одно АП.

$$N_{ан} = \frac{\sum_{i=1}^k Ni}{n_{ан}}$$

Определение частных вероятностных показателей БП 1. Вероятность проявления j-й причины (фактора) P (П_j)

Статистическая оценка этой вероятности определяется как отношение общего количества АП и инцидентов, происшедших по j-1 причине, за используемый период времени на данном типе ВС к общему числу полетов этого типа авиатехники за тот же период времени.

$$P^k(П_j) = \frac{n_{jan} + n_{jun}}{N}$$

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

Здесь n_{jan} - количество АП и n_{jun} - количество инцидентов по j-той 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 проявлении j-й причины (фактора).

$P\left(\frac{АП}{Пj}\right)$, 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 полетов и по ней представляется возможным судить, на какие причины необходимо обращать внимание с целью их предотвращения и соответственно повышения безопасности полетов.

Статистическая оценка условий вероятности АП при проявлении j-ой причины

$P^κ\left(\frac{АП}{Пj}\right)$ 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.

$$P^κ\left(\frac{АП}{Пj}\right) = \frac{n_{jan}}{n_{jan} + n_{jun}}$$

3. $P\left(\frac{Пj}{n_{an}}\right)$ - вероятность j-й причины (фактора) при появлении АП.

Статистическая оценка условий вероятности определяется по формуле:

$$P^κ\left(\frac{Пj}{АП}\right) = \frac{n_{jan}}{n_{an}}$$

Вероятность j-й причины при появлении АП $P\left(\frac{АП}{Пj}\right)$ отражает то, насколько

часто АП происходят по j-1 причине, или какая доля всех АП на данном типе авиатехники приходится на j-ю причину.

$$4. P\left(\frac{Пj}{ИН}\right) = \frac{n_{jun}}{П_{ин}}$$

Вероятность j-й причины при появлении инцидентов Р (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. $P\left(\frac{\Pi}{АП + ИН}\right)$ - вероятность j-й причины (фактора) при появлении АП и ИН.

Статистическая оценка вероятности определяется по формуле:

$$P^k\left(\frac{\Pi_j}{АП + ИН}\right) = \frac{n_{jaa} + n_{jun}}{n_{an} + n_{ин}}$$

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

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

Статистическая оценка вероятности АП по j-й причине будет равна:

$$P_j^k(АП) = P_j^k\left(\frac{АП}{n_j}\right) = P_j^k(\Pi_j) = \frac{n_{jaa}}{n_{jaa} + n_{jun}} * \frac{n_{jaa} + n_{jun}}{N}; P_j^k(АП) = \frac{n_{jaa}}{N}$$

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

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

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

$$P_{\text{он}}^k(АП) = 1 - \sum_1^{\alpha} P_j^k\left(\frac{АП}{n_j}\right) * P^k(n_j)$$

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 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 —

$$P_{\text{ан}}^* = 1 - P_{\text{бп}}^* = \frac{-t}{T_{\text{ан}}}$$

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

$$\frac{2}{1000000} = 0,000002$$

Это значит, что в рассматриваемом примере приблизительно в 2-х полетах из 1000000 продолжительностью по 2 ч. 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 ИНЭТ всех N -полетов. Эта вероятность может быть достаточно просто определена при выполнении всех N - полетов одинаковы и поэтому

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

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 $P(n_{\text{ап}})$ того, что произойдет ($n_{\text{ап}}=1,2,\dots, N$) в полетах выражаются формулой

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

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

$$P_{\text{бп}} = P_{(n_{\text{ап}}=0)} = [1 - P_{(\text{АП})}] = P_{\text{БП}}^N$$

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:

$$P_{\bar{ап}} = e^{-NP_{(ап)}}$$