

"УТВЕРЖДАЮ"
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРЫ БП и ЖД

 Б.Зубков
" " _____ 2006 г.

**СОДЕРЖАНИЕ
И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 3**

**"СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОБЛЮДЕНИЯ УСЛОВИЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПО ИНФОРМАЦИИ СРЕДСТВ
ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ"**

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

На занятии отрабатываются практические навыки по статистическому анализу информации средств объективного контроля (СОК), что дает подкрепление знаний теоретических положений по теме 4 и 5.

1. ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ.

- Закрепить теоретический материал по теме 4 и приобрести навыки решения практических задач по статистическому анализу информации СОК в целях повышения безопасности полета;
- оценить влияние ошибок летчика в технике пилотирования на безопасность выполнения вертикального маневра серийного самолета;
- установить влияние параметров полета на вводе в вертикальный маневр на безопасность выполнения маневра.

2. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ.

- ПЭВМ;
- таблица функции Лапласа;
- миллиметровая бумага для построения графиков.

3. ЛИТЕРАТУРА.

1. Учебник "Безопасность полетов летательных аппаратов", под ред. Иванова В.С, ВВИА, 2003 г.

4. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ.

№ п/п	Учебные вопросы	Время (мин.)
1.	Вводная часть.	3
2.	Контрольный опрос слушателей.	12
3.	Учебные вопросы:	
	1. Анализ записей СОК с целью выявления маневра, подлежащего статистической обработке;	20
	2. Сбор статистического материала по параметрам выполнения маневра;	10
	3. Оценка средних значений определяющих параметров полета на маневре;	10
	4. Определение вероятности превышения предельных значений параметров полета на маневре;	20
	5. Регрессионный анализ влияния параметров полета на вводе в петлю на величину $C_{y \max}$ (или α_{\max}) в верхней части маневра.	10
4.	Заключение.	5
	Итого:	90

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СЛУШАТЕЛЕЙ.

1. Какие бортовые СОК применяются на эксплуатируемом Вами летательном аппарате?
2. Какие параметры регистрируют бортовые СОК?
3. Какие используются наземные СОК и что они регистрируют?
4. Какие системы и средства применяются для дешифрирования и обработки записей бортовых СОК?
5. Какие предусмотрены виды объективного контроля?
6. Какие отказы и нарушения в эксплуатации авиационной техники могут быть обнаружены бортовыми СОК?
7. Какие нарушения условий безопасности полета могут быть выявлены бортовыми СОК?
8. Какие задачи могут быть решены при статистическом анализе информации бортовых СОК?
9. Как вычисляются математическое ожидание и дисперсия случайной величины?
10. Что такое доверительный интервал и как он вычисляется?
11. Что такое доверительная вероятность и уровень значимости?
12. Как оценить в среднем запас параметров полета до критического значения?
13. Как оценить вероятность превышения определяющим параметром своего критического значения в полетах?
14. Каким способом можно выявить влияние различных факторов на изменение определяющего параметра?
15. как вычисляется коэффициент корреляции и что означает?

6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ВОПРОСОВ.

6.1. Анализ записей СОК с целью выявления маневра, подлежащего статистической обработке.

В качестве объекта для статистического анализа выбирается петля Нестерова. Ставится задача по оценке безопасности выполнения маневра. Необходимо выявить наиболее опасный этап маневра, в чем состоит угроза безопасности полета и какие факторы снижают уровень безопасности полета. Разобрать, какой характер изменения имеют параметры полета $V_{пр}$, H , n_y , α , и отклонение стабилизатора при выполнении этого маневра. Напомнить, что инструкцией летчику рекомендуется выполнять петлю Нестерова, например, с параметрами полета на вводе $V_{пр_{вв}} = 850$ км/ч, $H_{вв} \leq 3000$ м, $n_{y_{max}} = 5 - 5,5$, выводя на перегрузку за время $t = 3 - 4$ с, а в верхней точке маневра должен быть $V_{пр_{в}} \geq 450$ км/ч и на $H = 5500 - 6000$ м перегрузка $n_y \geq 1,5 - 2,0$.

Обсудить со слушателями что угроза безопасности полета может возникнуть на вводе из-за превышения перегрузки по прочности (например $n_{y_{\max}}^{\circ} = 7,5$), а во второй четверти петли - из-за опасности превышения $C_{y_{\text{св}}}$ (например $C_{y_{\text{св}}} = 1,23$, $C_{y_{\text{доп}}} = 1,10$).

6.2 Сбор статистического материала по параметрам выполнения маневра.

Так как определяющим параметром в верхней половине петли является C_y или α , то значение n_{y_B} , найденное по данным СОК, необходимо пересчитать в значение $C_{y_{\max}}$ по выражению

$$C_{y_{\max_B}} = \frac{2Gn_{y_B}}{S\rho_0V_{\text{пр}_B}^2} = \frac{1,6n_{y_B}}{V_{\text{пр}_B}^2} \frac{G}{S}$$

Принять по выражению $G/S = 3750 \text{ н/м}^2$

Значение α_{\max_B} по данным СОК соответствует показаниям ДУА и его необходимо сравнивать со значением по шкале ДУА, либо надо перевести эти значения в истинные по выражению $\alpha^{\circ}_{\text{ист}} = (\alpha^{\circ}_{\text{ДУА}} + 6,5^{\circ}) / 1,9$. Массив данных по другим реализациям выдан в виде распечатки.

6.3. Оценка средних значений определяющих параметров полета на маневре

а) Напомнить выражение для вычисления оценок математического ожидания и дисперсии случайной величины Y :

$$m_Y^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i; \quad D_{Y_i}^* = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - m_Y^*)^2$$

По статистическим данным, полученным по информации средств объективного контроля, произвести расчет оценок на вводе $m_{n_{y_{\max}}}^* = 5,172$, $\sigma_{n_{y_{\max}}} = 0,558$.

Во второй четверти петли $m_{C_{y_{\max_B}}}^* = 0,76$, $D_{C_{y_{\max_B}}}^* = (0,156)^2$.

б) Определить доверительные границы для m_Y с доверительной вероятностью $\beta = 0,95$ по выражениям:

$$m_{Y_1} = m_Y^* - \varepsilon_Y, m_{Y_2} = m_Y^* + \varepsilon_Y;$$

$$\varepsilon_Y = X_{\beta} \sqrt{\frac{D_Y^*}{n}} = 1,96 \sqrt{\frac{D_Y^*}{n}}.$$

СТАТИСТИКА
(петля)

Таблица 1.

№№ п/п	$C_{y \max B}$	$H_{BB, M}$		$n_{y \max}$	№№ п/п	$C_{y \max B}$	$H_{BB, M}$		$n_{y \max}$
1.	0,49	1500	965	4,3	24	0,65	1250	1020	4,45
2.	1,01	1200	975	4,8	25	0,53	1250	1050	5,20
3.	0,86	800	990	4,7	26	0,52	1000	1040	5,20
4.	0,84	700	1020	4,95	27	0,65	1150	1040	4,9
5.	0,83	600	980	4,30	28	0,64	1250	1050	5,1
6.	1,12	750	950	5,20	29	0,54	850	1030	5,4
7.	1,10	850	985	6,00	30	0,70	850	1020	5,7
8.	0,72	1300	910	4,7	31	0,71	1150	1040	5,05
9.	0,90	1550	975	5	32	0,63	1050	970	4,95
10.	0,69	1150	965	4,7	33	0,65	1000	1010	4,65
11.	0,60	1200	1000	4,45	34	0,75	800	1010	5,15
12.	0,92	1800	900	5,15	35	0,77	1500	1030	4,6
13.	0,86	1100	960	6,65	36	0,89	1300	1030	5,6
14.	0,75	1200	890	6,3	37	0,74	550	1040	5,2
15.	0,72	1500	1030	7,3	38	0,74	1150	1000	5
16.	0,77	1100	1010	5,75	39	0,72	1000	1060	4,9
17.	0,58	950	1050	4,8	40	0,79	900	1070	4,1
18.	0,56	1100	1060	5,15	41	0,84	850	1060	5,1
19.	0,50	1000	1070	4,8	42	0,71	1430	1010	5,1
20.	0,59	1250	1080	4,9	43	0,72	500	1050	4,6
21.	0,52	1100	1080	4,65	44	0,66	350	1050	5,55
22.	0,53	1350	1050	4,85	45	0,72	800	1020	5,25
23.	0,52	1000	1080	4,6	46	0,62	800	1020	4,75

Продолжение таблицы № 1

№№ п/п	$C_{y_{max}}$ в	H_{BB} , м		$n_{y_{max}}$	№№ п/п	$C_{y_{max}}$ в	H_{BB} , м		$n_{y_{max}}$
47.	0,78	650	1050	4,75	70.	1,04	1450	975	5,35
48.	0,57	1150	1030	5	71.	0,78	2000	1020	6,65
49.	0,59	1100	1040	4,5	72.	0,97	3000	940	5,85
50.	0,51	1300	1050	5,3	73.	1,14	1800	910	5,75
51.	0,67	1250	1010	4	74.	0,92	1400	975	5,40
52.	0,72	1200	1030	4,8	75.	0,93	1250	1000	5,7
53.	0,72	1300	1050	4,45	76.	0,75	1300	1000	5,3
54.	0,7	1400	1040	4,9	77.	0,63	1300	990	5,05
55.	0,75	1350	1020	5,1	78.	0,91	1100	1020	5,5
56.	0,7	1250	1060	5,2	79.	0,92	700	970	5,5
57.	0,66	1100	1040	5,2	80.	0,82	900	1040	5,1
58.	0,59	1400	995	4,60	81.	1,11	650	960	5,5
59.	0,66	1250	950	4,7	82.	0,76	1450	950	5,7
60.	0,56	1000	875	4,9	83.	0,93	1100	955	5,9
61.	1,00	1500	985	5,15	84.	0,88	700	950	5,4
62.	0,82	1150	1020	5,75	85.	0,74	850	960	5,85
63.	0,72	1650	1020	4,35	86.	0,95	700	960	5,7
64.	0,7	1650	1010	5,2	87.	0,8	500	965	6
65.	0,85	1600	1030	5,4	88.	0,73	1000	1050	6,15
66.	0,93	1350	965	5,5	89.	0,90	1300	950	5
67.	0,94	1500	970	5,5	90.	0,76	1200	980	4,85
68.	0,93	1200	875	5,15					
69.	0,89	1650	965	5,15					

$Y_K = -\ln[-\ln(F_K Y_K)]$																			
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

б) На графике рис.1 в координатах (Y, y) , т.е. $(C_{y \max}, y)$ или (α_{\max}, y) , наносятся точки, соответствующие (Y_K, y_K) , и через них приближенно "на глаз" проводится прямая линия.

в) С графика снимаются значения $y_{доп}$, соответствующее $Y_{доп} : C_{y доп}$ или $\alpha_{доп}$, и $y_{пр}$ соответствующее $Y_{доп} : C_{y доп}$ или $\alpha_{св}$

$$y_{пр1} = 3,3 \qquad y_{доп2} = 3,2$$

г) Вычисляются вероятности превышения:

- $Y_{доп} : q(\alpha_{доп}) = 1 - e^{-e^{-y_{доп2}}} = 0,04;$

- $Y_{пр} : Q(C_{y_{св}}) = 1 - e^{-e^{-y_{пр1}}} = 0,0362$

Вывод: 1. Вероятность превышения допустимых и предельных значений C_y (или α) при выполнении петли Нестерова для рассмотренных условий эксплуатации самолета достаточно велика. Примерно в 4 случаях из 100 маневрах происходит превышение $C_{y_{св}}$ или $\alpha_{доп}$, что равносильно выходу на сваливание, т. е. нарушается поперечная управляемость.

2. Необходимо провести факторный анализ в целях разработки мероприятий по повышению БП.

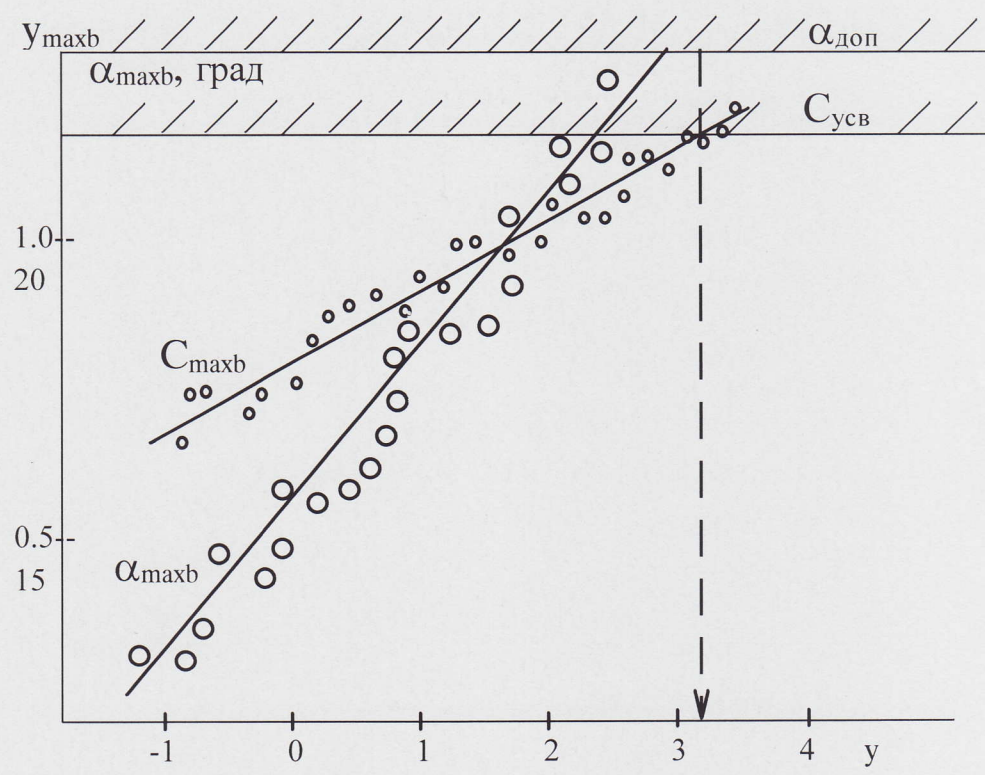


Рис.1

6.5. Регрессионный анализ влияния параметров полета на вводе в петлю на величину $C_{y_{вах}}$ (или α_{max}) в верхней части маневра

а) Для целенаправленного проведения мероприятий по повышению безопасности выполнения маневра необходимо установить, в какой степени зависит величина определяющего параметра от того или иного фактора. Это можно определить с помощью регрессионного или корреляционного анализа. Регрессионный анализ позволяет выявить, как в среднем изменяется определяющий параметр при изменении различных факторов. Можно рассматривать зависимость от одного параметра - это будет одиночная регрессия, и от многих, что соответствует множественной регрессии. Эта связь может быть линейной, что представляется уравнением линейной регрессии, или нелинейной.

В нашем случае можно рассмотреть зависимость $C_{y \max}$ или α_{\max} в верхней части петли от $V_{np \text{ вв}}$ и $H_{\text{вв}}$ на вводе.

б) Продемонстрировать на ПЭВМ расчеты по одиночной и множественной линейной регрессии.

в) I. $m_{C_{y \max}} = a_V + b_V V_{np \text{ вв}}$ - одиночная

II. $m_{C_{y \max}} = a_H + b_H H_{np \text{ вв}}$ - регрессия

III. $m_{C_{y \max}} = a_{VH} + b_V V_{np \text{ вв}} + b_H H_{np \text{ вв}}$ - множественная регрессия

г) Коэффициенты корреляции:

I. $R_{C_{yV}} = -0.5437$

II. $R_{C_{yH}} = 0.1045$