



Министерство образования и науки РФ

**АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.Алексеева»**

**Кафедра «Авиационные приборы и устройства»**

# **Основы проектирования приборов и систем**

**Преподаватель Корнилов Анатолий Викторович**

**Модуль I. Основы проектирования информационно-измерительных  
приборов и систем**

**Принципы построения измерительных приборов**



# Классификация навигационных систем.

## Параметры движения в пространстве

Измерители основных параметров полета

Наименование параметра	Обозначение	Применяемый параметр
<i>Пилотажно-навигационные параметры</i>		
Углы:		
рыскания	$\Delta \psi$	Гиropолукомпас, курсовая система
тангажа	$\upsilon$	Авиагоризонт, гировертикаль
крена	$\gamma$	Авиагоризонт, гировертикаль
курса	$\psi, \psi_M, \psi_K, \psi_0$	Гиpоиндукционный компас, курсовая система
Истинная воздушная скорость	$V$	Измеритель скорости, система воздушных сигналов
Индикаторная скорость	$V_H$	Измеритель скорости, система воздушных сигналов
Число Маха	$M$	Система воздушных сигналов
Путевая скорость	$V_H$	Доплеровский измеритель скорости и угла сноса
Высота полета	$H, H_{ист}, H_{отн}$	Корректор высоты, система воздушных сигналов
Боковое отклонение	$Z$	Автоматическое навигационное устройство, навигационное вычислительное устройство
Пройденное расстояние	$L$	Вариометр, дифференцирующее устройство
Вертикальная скорость	$V_B$	Вариометр, дифференцирующее устройство
Угол атаки	$\alpha$	Датчик угла атаки
Угол скольжения	$\beta$	Датчик угла скольжения
Угловая скорость	$\omega$	Датчик угловой скорости
Угловое ускорение	$\dot{\omega}$	Дифференцирующее устройство
Линейное ускорение	$j$	Датчик линейных ускорений
Угол сноса	$\beta_c$	Доплеровский измеритель скорости и угла сноса
Перегрузка	$n_H$	Датчик перегрузок



# Классификация навигационных систем.

## Параметры движения в пространстве

<i>Параметры режимов работы силовых установок</i>		
Частота вращения	$n$	Измеритель частоты вращения
Температура в двигателе:		
перед турбиной	$T_3^*$	
за турбиной	$T_4$	Термометры
масла	$T_M$	
воздуха	$T_B$	
Давление в двигателе:		
топлива	$P'_m$	
масла	$P_M$	Манометры
за компрессором	$P_K$	
в воздухозаборнике	$P_{np}$	
Перепад давлений на турбине	$\epsilon_T$	Дифманометр
Расход топлива:		
основного	$G_T$	Расходомеры
форсажного	$G_\phi$	
Количество топлива в баках:		
объемное	$V_T$	
весовое	$G_T$	Топливомеры
Крутящий момент	$M_{кр}$	Моментомер
Тяга двигателя	$P_T$	Измеритель тяги
Амплитуда вибрации	$a_B$	Аппаратура для измерения параметров вибрации
Частота вибрации	$f_B$	
<i>Параметры окружающей среды</i>		
Параметры атмосферы:		
плотность	$\rho$ } $\Delta_{п}$ }	Плотномеры
относительная плотность		
температура	$T$	Термометр
давление	$P$	Манометр (барометр)
влажность	$\chi$	Гигрометр
скорость ветра	$W$	Измеритель скорости



# Классификация навигационных систем. Параметры движения в пространстве

4

**ГОСТ 20058-80**

**Динамика летательных аппаратов в атмосфере  
Термины, определения и обозначения**

**В.Г. Микеладзе, В.М. Титов**

**Основные геометрические и аэродинамические  
характеристики самолетов и ракет**

**ГОСТ В 23743-88, ГОСТ В 20570-88, ГОСТ В 20436-88**

**Изделия авиационной техники  
Безопасность полета, надежность,  
контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная  
технологичность**

*В.Г.Микеладзе  
В.М.Титов*

**ОСНОВНЫЕ  
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ  
И АЭРО-  
ДИНАМИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ  
САМОЛЕТОВ  
И РАКЕТ**

*СПРАВОЧНИК*





# Классификация навигационных систем.

## Параметры движения в пространстве

5

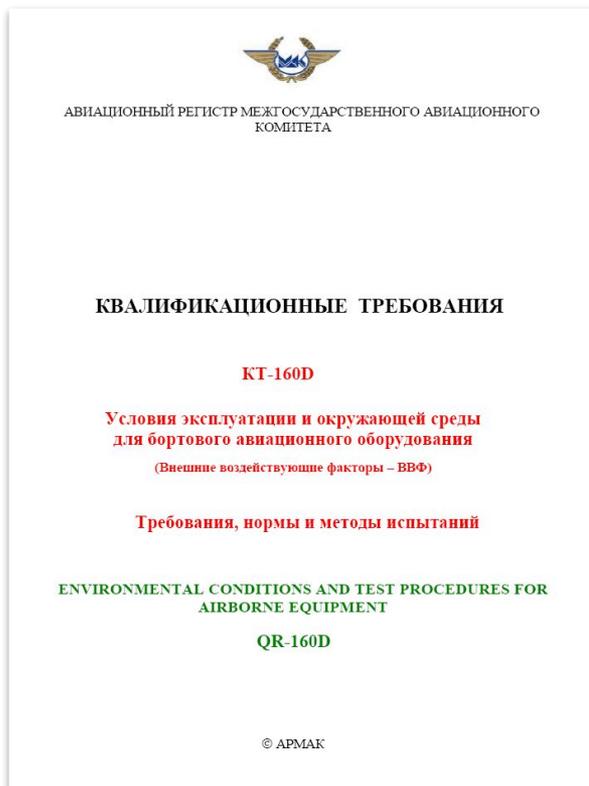
Параметры стандартной атмосферы СА – 73

Геометри- ческая высота, м	Температура		Давление		Плотность, кг/ м <sup>3</sup>	Скорость звука, м/с
	К	°С	Па	мм рт. ст.		
-1000	294,65	21,50	113931	854,55	1,347	344,1
-500	291,40	18,25	107478	806,16	1,284	342,2
0	288,15	15,0	101325	760,0	1,225	340,3
500	284,90	11,75	95461,3	716,02	1,167	338,4
1000	281,65	8,5	89876,3	674,12	1,112	336,4
2000	275,15	2,0	79501,4	596,31	1,007	332,6
3000	268,66	-4,49	70121,2	525,96	0,909	328,6
4000	262,17	-10,98	61660,4	462,49	0,819	324,6
5000	255,68	-17,47	54048,3	405,39	0,736	320,5
6000	249,19	-23,96	47217,6	354,16	0,601	316,5
7000	242,70	-30,45	41105,3	308,31	0,590	312,3
8000	236,21	-36,93	35651,6	267,41	0,526	308,1
9000	229,73	-43,42	30800,7	231,02	0,467	303,8
10000	223,25	-49,90	26499,9	198,76	0,413	299,6
12000	216,65	-56,50	19399,4	145,51	0,312	295,1
16000	216,65	-56,50	10352,8	77,65	0,166	295,1
20000	216,65	-56,50	5529,3	41,47	0,088	295,1



# Классификация навигационных систем.

## Параметры движения в пространстве



### КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ KT-160D

Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования (Внешние воздействующие факторы – ВВФ)  
Требования, нормы и методы испытаний

Таблица 2

Воздействующий фактор	Характеристика воздействующего фактора	Значение внешнего воздействующего фактора для групп исполнения
Широкополосная случайная вибрация***	Диапазон частот, Гц	10 – 500
	Спектральная плотность ускорения ( $g^2/Гц$ ):	0,004-0,02
	10 – 50 Гц 50-500 Гц	0,02
	Среднеквадратическое значение суммарного ускорения, g:	5,0
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, $m \cdot c^{-2}$ (g)	150 (15)*
	Длительность действия ударного ускорения, мс	20
Линейное ускорение	Значение линейного ускорения $m/сек^2$ (g)	50 (5)
		100 (10)*
Атмосферное пониженное давление	Рабочее, кПа (мм рт.ст.)	46,7 (350)
Атмосферное повышенное давление **	Предельное, кПа (мм рт.ст.)	170 (1270)
Изменение атмосферного давления **	Диапазон изменения давления, кПа (мм рт.ст.)	с 106,94 до 46,7 (от 802,1 до 350)
Акустический шум	Диапазон частот, Гц	50 – 10000
	Уровень звукового давления относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Па, дБ	130
Повышенная температура среды	Рабочая, °C	55 (60 для магнитометра)****
	Рабочая кратковременная, °C	70
	Предельная, °C	80 (85 для магнитометра)****
Пониженная температура среды	Рабочая, °C	минус 54 *****
		(минус 60 для магнитометра)****
	Предельная, °C	минус 60 (минус 65 для магнитометра) ****
Повышенная влажность	Относительная влажность при температуре 35° C, %	98
Атмосферно-конденсированные осадки (роса и внутреннее обледенение)	Пониженная температура, °C	минус 55
	Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)	не менее 22670 (170)
	Относительная влажность при температуре 35°С, %	98
Плесневые грибы	Повышенная влажность, %	95-98
	Температура, °C	29
Соляной (морской туман)	Водность, г/м <sup>3</sup>	2-3
	Температура, °C	35
	Дисперсность, не более, мкм	20
Статическая пыль (песок)	Скорость циркуляции, м/с	0,5 – 1,0
	Массовая концентрация, г/м <sup>3</sup>	3
	Влажность относительная пониженная, %	50

Примечания:

\* Требования предъявляются к узлам крепления аппаратуры.

\*\* Требования предъявляются только к датчику.