

Анализ авиационного оборудования для выявления наиболее оптимального экземпляра в соответствии с его характеристиками, заявленными производителем

И. С. Польщиков, С. В. Дворников

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

halkivan007@inbox.ru

Аннотация. В данной статье представлен результат сравнительного анализа авиационных гироскопов различных марок, проведённого по обобщённому критерию эффективности. Приведена сравнительная оценка базовых характеристик гироскопов, заявленных производителем, и выработаны предложения по выбору наиболее оптимальных экземпляров по рассматриваемому критерию.

Ключевые слова: летательные аппараты; гироскоп; авиационное оборудование; обобщённый критерий эффективности

I. АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время конкуренция – один из основных способов развития рынка, поскольку каждый производитель стремится получить наибольшую выгоду. Такая же тенденция наблюдается и в авиационном приборостроении. В частности, на рынке присутствует широкая номенклатура авиационных приборов различных производителей, сертифицированных в соответствии с требованиями. Вместе с тем в ходе проведения регламентированных работ не редко встречаются ситуации, связанные с заменой того или иного оборудования. В такой ситуации многие частные фирмы исходят из ценовой политики выбора требуемых компонентов, что не всегда является обоснованным. Поэтому необходимы методики, позволяющие выработать предложение принятия решения по выбору требуемого оборудования, основанные на научном подходе, учитывающем не только ценовую составляющую, но и их технические параметры.

II. ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА

Гироскоп выполняет функцию авиагоризонта и является одним из основных оборудований, используемых в летательных аппаратах. Поэтому выбор наиболее рационального варианта, учитывающего совокупность всех характеристик и параметров, обеспечит безопасную работу летательного аппарата.

Авиагоризонт как оборудование, используемое в самолётах и других летательных аппаратах, обладает многими параметрами, которые в свою очередь характеризуют качество его работы.

В настоящей статье представлены результаты сравнения авиагоризонтов различных производителей путём анализа их характеристик, расчёта обобщённого

критерия эффективности и поиска наиболее оптимального варианта.

III. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИССЛЕДУЕМОМ ОБЪЕКТЕ

Основным предназначением авиагоризонта является определение наклонов, крена и тангажа самолета, а также индикация отображаемых результатов. Он предоставляет информацию пилоту о реальном угле наклона самолета относительно вертикальной плоскости. Показания авиагоризонта используются пилотами для выравнивания и стабилизации машины в воздухе. Данный прибор позволяет выполнять полёты с минимально допустимой видимостью.

К основным параметрам авиагоризонта относятся:

- погрешность показаний;
- диапазон измеряемых углов;
- время готовности;
- габаритные размеры;
- вес;
- рабочее напряжение;
- стоимость;
- назначенный ресурс.

Среди представленных параметров для анализа были выбраны те, которые наиболее актуальны для гражданской авиации: погрешность показаний, время готовности, назначенный ресурс, габаритные размеры, вес и стоимость.

IV. ОПИСАНИЕ ПРОВОДИМОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследования были выбраны 4 модели авиагоризонтов: АГБ-3К, KI-256, GI 275 и SA4550. Изображения моделей исследуемых авиагоризонтов представлены на рис. 1–4.



Рис. 1. Авиагоризонт АГБ-3К



Рис. 2. Авиагоризонт KI-256



Рис. 3. Авиагоризонт GI 275



Рис. 4. Авиагоризонт SA4550

Для каждого изделия были изучены технические характеристики, определяющие его эксплуатационное предназначение и используемые для проведения дальнейшего исследования.

Модели авиагоризонтов и их технические характеристики, заявленные производителем, приведены в табл. I.

ТАБЛИЦА I.

Технические характеристики	Модель авиагоризонта			
	АГБ-3К	КI-256	GI 275	SA4550
Габаритные размеры $a \times b \times c$, мм	220×115×120	168×83,3×83,3	163,6×82,6×82,6	198×100×100
Вес, кг	0,47	1,23	1,1	1,54
Назначенный ресурс, ч	15000	7500	10000	10000
Время готовности, мин	1,5	3	1,5	1,5
Погрешность показаний, %	10	5	5	2,5
Стоимость, \$	13000	5140	4195	20865

Анализ представленных в табл. I характеристик, показал, что они существенно отличаются друг от друга, что затрудняет рациональный выбор модели горизонта. Поэтому предлагается использовать обобщённый критерий эффективности, который учитывает весь перечень параметров, характеризующих горизонты, с учётом диапазона области их допустимых значений.

Расчёт предлагаемого критерия рассмотрим на примере габаритных размеров изделий. Порядок расчёта определим последовательностью выполнения следующих этапов.

1. Выбор изделия, имеющего наименьшие габаритные размеры $a \times b \times c$ по показателю занимаемого пространственного объёма среди всех моделей. Таковым является авиагоризонт GI 275, его пространственный объём равен $1116203,536 \text{ мм}^3$ – полученное значение определим нормирующим коэффициентом;

2. Нормировка пространственных объёмов всех моделей осуществляется по формуле:

$$\frac{1116203,536}{V_i}, \quad (1)$$

где V – пространственный объём авиагоризонта, i – порядковый номер изделия согласно таблице I;

3. Формирование таблицы с полученными результатами (табл. II).

Аналогичным образом осуществляется нормировка и остальных параметров, при этом следует учитывать, что в качестве нормирующего определяется то значение показателя, которое является наилучшим с точки зрения его потребительских качеств.

Расчётные значения для остальных показателей приведены в табл. III.

ТАБЛИЦА II.

Технические характеристики	Критерий важности γ^n	Модель авиагоризонта			
		АГБ-3К	КI-256	GI 275	SA4550
Габаритные размеры	0,15	0,37	0,96	1	0,56

ТАБЛИЦА III.

Технические характеристики	Критерий важности γ^n	Модель авиагоризонта			
		АГБ-3К	КI-256	GI 275	SA4550
Габаритные размеры	0,15	0,37	0,96	1	0,56
Вес	0,1	1	0,38	0,43	0,31
Назначенный ресурс	0,2	1	0,5	0,67	0,67
Время готовности	0,2	1	0,5	1	1
Погрешность показаний	0,25	0,25	0,5	0,5	1
Стоимость	0,1	0,32	0,82	1	0,2
Суммарное значение	1	0,65	0,589	0,752	0,719

Полученные результаты нормированных показателей используются для расчёта критерия эффективности согласно:

$$S_i = \sum_{i=1}^k \gamma_1 a_i + \gamma_2 b_i + \gamma_3 c_i + \gamma_4 d_i + \gamma_5 e_i + \gamma_6 f_i, \quad (2)$$

где a, b, \dots, f – техническая характеристика авиагоризонтов в порядке согласно табл. I, i – номер авиагоризонта в порядке согласно табл. I, $\gamma_{1...6}$ –

критерий важности технической характеристики устройства $\sum \gamma_1 + \dots + \gamma_6 = 1$.

Максимально допустимое суммарное значение обобщённого критерия эффективности не должно превышать суммы критерия важности. В данном случае максимально допустимое значение – 1.

Все полученные значения занесли в табл. III.

Для более наглядного понимания соотношений полученных критериев с учётом критерия важности γ , построили график (рис. 5).

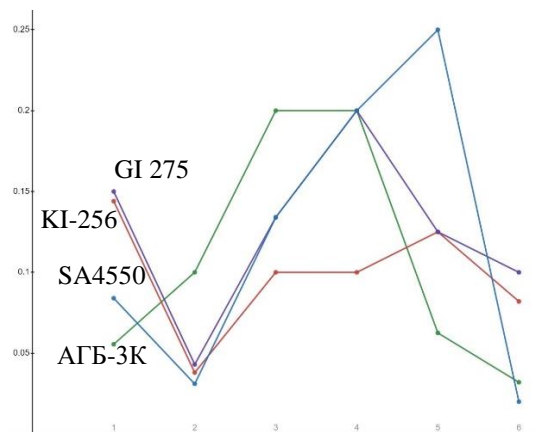


Рис. 5. Графическое отображение полученных критериев эффективности

Благодаря значениям, полученным с помощью (2), определили, что наибольшим значением обобщённого критерия эффективности обладает авиаторизонт GI 275, значение критерия равняется 0,752. Исходя из этого, модель GI 275 является наилучшим вариантом для использования в летательной аппаратуре среди представленных моделей.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были проанализированы 4 модели авиаторизонтов АГБ-3К, KI-256, GI 275 и SA4550 согласно выбранным характеристикам: погрешность показаний, время готовности, назначенный ресурс, габаритные размеры, вес и стоимость. Среди всех моделей наилучший результат показал авиаторизонт GI 275, полученное значение обобщённого критерия которого равняется 0,752. Он обладает усреднёнными характеристиками по сравнению с остальными, а также имеет наименьшие габаритные размеры и наименьшую стоимость среди представленных. Его характеристики наиболее оптимальны для установки в летательных аппаратах по сравнению с моделями АГБ-3К, KI-256 и SA4550.

Однако обобщённый критерий эффективности подходит для общего анализа летательных аппаратов: самолётов, вертолётов, аэростатов и других машин. Поэтому дальнейшие исследования могут быть посвящены поиску наиболее подходящего авиаторизонта для конкретной модели летательного аппарата, например, самолёта Boeing 737-800 или вертолёта Ми-171.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Авиатренажёры Боинг 737 и Airbus A320. Авиаторизонт [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/@centropletov-aviagorizont>.
- [2] AeroExpo. Составляющие воздушных судов. Оборудование для полёта. Авиаторизонт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aeroexpo.com.ru/proizvoditel-aero/aviagorizont-99.html>.
- [3] ООО «Вертол». Авиаторизонт АГБ-3К [Электронный ресурс]. URL: <https://vertol.com.ua/product/aviagorizont-agb-3k>.
- [4] MidContinent. Attitude Indicator. KI-256 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mcico.com/4300-207>.
- [5] Garmin. GI 275 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garmin.com/en-US/p/719027#specs>.
- [6] SA4550 4-ATI Primary Attitude Display [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sandel.com/sa4550-primary-attitude-display>.