

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ С ПОМОЩЬЮ АВИАГОРИЗОНТОВ С ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ИНДИКАЦИЕЙ**

*Аннотация - в статье рассматривается эффективность управления воздушными судами с помощью авиагоризонтов с прямой и обратной индикацией и влияние типа индикации на безопасность полётов.*

*Ключевые слова — Авиагоризонт, Эффективность управления, Тип индикации, Воздушное судно, Безопасность полётов.*

**Вступление.** Авиагоризонт— бортовой гироскопический прибор, ис-пользуемый в авиации для определения и индикации углов крена и тангажа летательного аппарата, то есть углов ориентации относительно истинной вертикали. Прибор используется лётчиком для управления и стабилизации летательного аппарата в воздухе. Это устройство имеет важнейшее значение при полётах по правилам полёта по приборам (ППП; англ. IFR — Instrument Flight Rules), однако мало используется при полётах, проводимых согласно правилам визуальных полётов (ПВП; англ. VFR — Visual Flight Rules), кроме чрезвычайных случаев, когда пилот теряет пространственную ориентацию. По принципу индикации углов крена и тангажа авиагоризонты подразделяют на «вид с воздушного судна на землю» и «вид с земли на воздушное судно».

Авиагоризонт нужен для пилотирования вне визуальной видимости го-ризонта (в облаках, ночью). Он был изобретён в конце 1920-х годов американским военно-морским врачом-хирургом Дж. Попенпеном. С Советском Союзе был изобретён и протестирован авиагоризонт АГИ-1 с прямой индикацией. Он вызвал большое количество случаев потери пространственной индикации, что привело к катастрофам. Под пространственной ориентацией человека пони-мают её способность ориентироваться относительно направления вектора силы тяготения (направления гравитационных сил), а под потерей пространственной ориентации лётным экипажем — потерю пилотами представления о том, в ка-ком крене, - правом или левом — находится самолёт. В конце 1950-х годов в СССР был разработан новый авиагоризонт АГД-1 с обратной индикацией. На долгие годы проблема была исчерпана.

**Простановка проблемы.** Потеря пространственной ориентации по крену неоднократно повторялась и повторяется на современных отечествен-ных и зарубежных самолётах, которые имеют «прямую» индикацию крена (по типу «вид с самолёта на землю»). Неоднократно выдавались на основании результатов исследований рекомендации относительно изменения формы индикации и усовершенствования форм тренажёрной и лётной подготовки,

которая должна содержать упражнения по выведению самолёта из сложного пространственного положения, но до сих пор, они не реализованы на практике.

**Изложение сути проблематики.** Для начала рассмотрим классификацию авиагоризонтов.

Различают автономные и дистанционные авиагоризонты.

**Автономный авиагоризонт.** В автономном авиагоризонте измерительный прибор и индикатор выполнены единым агрегатом. К нему подводится только питание, которое может быть электрическим или пневматическим. Существуют зарубежные авиагоризонты, оборудованные аккумуляторной батареей. Автономный авиагоризонт, имеющий механическую связь между гироскопическим датчиком и системой индикации, способен сохранять работоспособность при потере питания в течение времени выбега ротора гиromотора (около 3 минут).

**Дистанционный авиагоризонт.** Понятие дистанционный авиагоризонт относится в основном к электромеханическим авиагоризонтам, в которых измерительный прибор и индикатор выполнены в виде отдельных агрегатов, и не распространяется на современные навигационные комплексы построенные на основе многофункциональных индикаторов ((англ.) Primary flight display) и бесплатформенных инерциальных навигационных системах. Измерительным прибором в дистанционных авиагоризонтах является гировертикаль, а в качестве индикатора служит так называемый указатель горизонта. Применение дистанционного авиагоризонта позволяет расположить измерительный прибор максимально близко к центру тяжести летательного аппарата, что позволяет уменьшить погрешности прибора.

По принципу индикации углов крена и тангажа авиагоризонты различают на «вид с воздушного судна на землю» (ВсЗ) и «вид с земли на воздушное судно» (ВсВ).

«Вид с воздушного судна на землю» (рис. 1).



Рис. 1. Авиагоризонт с типом индикации «вид с воздушного судна на землю»

Рис. 2. Авиагоризонт с типом индикации «вид с земли на воздушное судно»

Понятие дистанционный авиагоризонт относится в основном к электромеханическим авиагоризонтам, в которых измерительный прибор и индикатор выполнены в виде отдельных агрегатов, и не распространяется на современные навигационные комплексы построенные на основе многофункциональных индикаторов ((англ.) Primary flight display) и бесплатформенных инерциальных навигационных системах. Измерительным прибором в дистанционных авиагоризонтах является гировертикаль, а в качестве индикатора служит так называемый указатель горизонта. Применение дистанционного авиагоризонта позволяет расположить измерительный прибор максимально близко к центру тяжести летательного аппарата, что позволяет уменьшить погрешности прибора.

«Вид с земли на воздушное судно» (рис. 2).

В авиагоризонтах типа ВсЗ угол тангажа отображается также, а угол крена показывается вращением силуэта самолёта так, как будто данный самолёт наблюдают с земли. Подвижный экран со шкалой в этих приборах имеет лишь одну степень свободы и может перемещаться только вверх или вниз. Угол же крена определяется по шкале, расположенной по окружности корпуса, относительно подвижного силуэта самолёта.

Такой вид индикации был реализован в некоторых электромеханических авиагоризонтах, производившихся в СССР, и в некоторых современных отечественных моделях.

#### **Заключение по работе пилотов с авиагоризонтами.**

Причина многих авиационных катастроф, это потеря пространственной ориентировки и представления пилотами о том, в левом или правом крене находится в данный момент самолёт. Практически при всех катастрофах на ВС был установлен авиагоризонт с «с прямой индикацией» («с самолёта на землю»). По всему возникли 2 группы сторонников разных форм индикации, однако на основании многих проведенных исследований можно точно утверждать про для облегчения работы пилотов и уменьшения авиационных происшествий необходимо переходить на обратную форму индикации (с земли на самолёт).

Рассматривая проблему выбора принципа индикации крена и тангажа, необходимо отметить, что традиционно вопрос обучения пилотов при решении этой проблемы не ставился. Поэтому в свою очередь возник вопрос о возможности решения этой проблемы за счет обучения летного состава. Впервые полученные результаты обучения пилотов показали, что 35 % пилотов не смогли эффективно работать с АГ ВсВС, хотя эти же пилоты, как и все остальные, при работе с АГ ВсЗ в 100 % случаев получили отличный результат. Более того, стало очевидным, что если на ВС гражданской авиации устанавливается авиагоризонт ВсВС, то специализированное обучение работе с этим авиагоризонтом должно быть обязательным условием его эксплуатации. Вместе с этим экспериментально показано, что обучение работе с авиагоризонтом ВсВС не может преодолеть влияния таких факторов, как недостатки в оформлении лицевых частей этих авиагоризонтов, различный уровень развития манипулятивной способности зрительной системы пилотов, недостаточные размеры существующих авиагоризонтов. Следовательно, само по себе обучение не может

снять проблему выбора принципа индикации крена и тангажа. Следует также заметить, что обучение и переучивание пилотов правильной пространственной ориентировке целесообразно проводить на специализированном (процессуальном) тренажере, а не на существующих комплексных тренажерах ВС.

**Новая программа.** Созданная программа на основе компьютерного комплекса позволяет определять оптимальный тип индикации для каждого конкретного оператора. Программа основана на проведении ряда тестов по обоим видам авиагоризонтов (рис. 3). Тест необходимо пройти минимум в 2-х разных вариантах. По окончании тестов можно сделать вывод об оптимальном типе авиагоризонта для оператора.

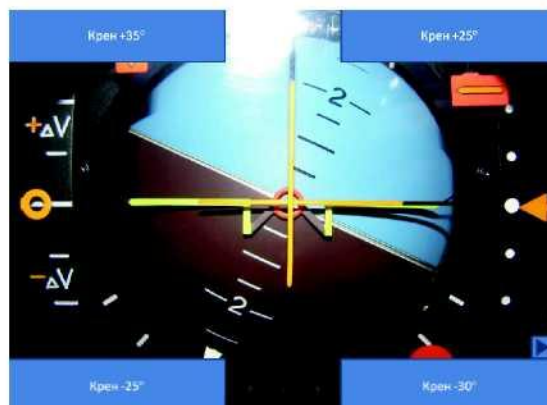


Рис. 3. Авиагоризонт с типом индикации «вид с земли на воздушное судно»

**Анализ состояния проблемы индикации позволяет сделать ряд выводов.**

1. Принятый и используемый в течение вот уже пятидесяти лет прибор с подвижной линией горизонта и подвижным силуэтом самолета многие специалисты считают недостаточно пригодным для индикации пространственного положения самолета.
2. За рубежом продолжают исследования, направленные на выбор и оценку другого принципа индикации пространственного положения, в том числе вида "с земли на самолет".
3. Критика индикации "вид с самолета на землю" основана на практическом опыте эксплуатации (наличие аварий и катастроф из-за ошибок интерпретации показаний авиагоризонта), а также на теоретических представлениях о механизмах восприятия пространства в полете по приборам (теория фигуры и фона, генетическая обусловленность геоцентрического характера представления человеком пространства).
4. С помощью созданной программы и при её дальнейшем развитии появляется возможность устранить проблему индикации.