

УДК 004.5

АНАЛИЗ СУБПАНЕЛИ АВИАЛАЙНЕРА AIRBUS A320 НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ

Маханьков Д.Д., Рудько В.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алефиренко В.М. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В работе проведен анализ размеров субпанели аудиосвязи и ее компонентов авиалайнера Airbus A320 на соответствие требованиям инженерной психологии. Выявлено, что некоторые параметры не соответствуют данным требованиям.

Ключевые слова: инженерная психология, человек-оператор, панель управления, информационное взаимодействие, пространственные характеристики.

Введение. История авиации имеет множество примеров, когда технически исправный самолет терпел катастрофу из-за ошибочных действий пилотов, спровоцированных несовершенством приборной панели. При этом значительная часть данных ошибок вызвана не низкой квалификацией летчика, а существенными недоработками в интерфейсе: плохой читаемостью средств отображения информации при определенных углах освещения, схожестью расположения критически важных тумблеров, нечеткой сигнализацией об отказах.

Основная часть. Современная авиация предъявляет высокие требования к безопасности полетов, где ключевым звеном остается взаимодействие человека и техники. Кабина пилотов, в частности приборная панель, является основным интерфейсом, через который экипаж получает информацию о состоянии систем воздушного судна и осуществляет управление им. От того, насколько эргономично и интуитивно понятно организована панель, напрямую зависят скорость реакции пилота в нештатной ситуации, вероятность ошибочных действий и безопасность полета.

Приборные панели воздушных судов представляют собой сложные комплексы, состоящие из большого количества субпанелей, каждая из которых отвечает за определенные параметры и действия различных частей самолета. Для равномерного распределения такого числа субпанелей в ограниченном пространстве кабины в некоторых случаях прибегают к уменьшению размеров их компонентов, что может негативно сказываться на правильной и оперативной реакции пилота в нештатных ситуациях, а также приводить к риску гибели пассажиров судна. Поэтому необходимо, чтобы данные панели удовлетворяли всем требованиям инженерной психологии и эргономики. Для этого проведем анализ пространственных характеристик субпанели аудиосвязи и ее компонентов авиалайнера Airbus A320 (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Внешний вид субпанели аудиосвязи

Субпанель аудиосвязи используется для выбора режима передачи и приема всех радиоканалов связи и навигационных аудиоканалов, внутренней связи, системы вызова и системы оповещения пассажиров [2].

Проводимый анализ включает сравнение фактических размеров субпанели и ее отдельных компонентов с минимально и максимально допустимыми размерами,

соответствующими требованиям инженерной психологии. Это позволяет понять, насколько четко и безошибочно пилот сможет распознавать и считывать информацию с индикаторов и надписей, находясь на заданном расстоянии от субпанели.

Расчет ведем по методике, изложенной в [3, 4].

Размеры, а также площадь панели управления (ПУ) определяются не только конструкторскими требованиями, но и требованиями инженерной психологии.

Максимально допустимый размер ПУ определяется исходя из горизонтального и вертикального угловых размеров зоны периферического зрения оператора и заданного расстояния до ПУ.

Максимальная длина, высота и площадь ПУ равны:

$$L_{П.У. max} = 2l \cdot tg \frac{\alpha_g}{2}, \quad (1)$$

$$H_{П.У. max} = 2l \cdot tg \frac{\alpha_v}{2}, \quad (2)$$

$$S_{П.У. max} = L_{П.У. max} \cdot H_{П.У. max}, \quad (3)$$

где l – расстояние до ПУ;

α_g – горизонтальный угол периферического зрения;

α_v – вертикальный угол периферического зрения.

Для зоны периферического зрения оператора принимают $\alpha_g = 90^\circ$, $\alpha_v = 75^\circ$, если нет ограничений по условиям работы оператора.

Расстояние до ПУ определяется зонами досягаемости рук оператора или реальным рабочим расстоянием, с которого ведется управление прибором или считывание информации.

Минимально допустимые размеры ПУ определяются исходя из объема оперативной памяти и оперативного (центрального) поля зрения оператора. В соответствии с требованиями инженерной психологии в поле зрения оператора, ограниченным углом оперативного поля зрения $\alpha_{П.З.}$, должно попадать 6 ± 2 компонента ПУ.

Площадь оперативного поля зрения может быть определена по формуле:

$$S_{П.З.} = h \cdot h = \left(2l \cdot tg \frac{\alpha_{П.З.}}{2} \right)^2, \quad (4)$$

где h и $\alpha_{П.З.}$ – линейный и угловой размеры оперативного поля зрения.

Минимальная площадь ПУ, удовлетворяющая требованиям инженерной психологии, равна:

$$S_{П.У. min} = \frac{N}{N_{П.З.}} \cdot S_{П.З.}, \quad (5)$$

где N – количество компонентов, расположенных на ПУ;

$N_{П.З.}$ – объем оперативной памяти оператора.

Величина угла оперативного (центрального) поля зрения принимается равной $\alpha_{П.З.} = 4^\circ - 10^\circ$.

Для наилучшего восприятия информации фактическая площадь ПУ $S_{П.У. ф.}$ должна лежать в пределах:

$$S_{П.У. min} \leq S_{П.У. ф.} \leq S_{П.У. max}. \quad (6)$$

Размеры компонентов ПУ, высота надписей, символов, знаков на ПУ и на компонентах (органах управления и индикации) должны быть такими, чтобы с заданного до ПУ расстояния оператор мог надежно их распознавать и безошибочно считывать информацию с индикаторов и надписей.

Минимально допустимая высота знака может быть определена согласно выражению:

$$H_{3min} = 2l \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_3}{2}, \quad (7)$$

где α_3 – допустимый (минимальный) угловой размер знака.

Для простых знаков $\alpha_3 = 15'$, для сложных знаков $\alpha_3 = 30'-40'$.

Минимально допустимая ширина знака определяется по формуле:

$$B_{3min} = F \cdot H_{3min}, \quad (8)$$

где F – формат знака.

Правильность результатов анализа в первую очередь будет зависеть от достоверности исходных данных.

Расстояние до субпанели будет изменяться в зависимости от типа работ. При считывании информации оно составит 0,8 м, а при вводе и управлении будет равным 0,5 м. Поэтому в расчетах используем оба значения для того, чтобы убедиться в возможности восприятия пилотом информации во всех его рабочих положениях.

Поскольку условия работы не предполагают каких-либо ограничений, то принимаем угол периферического зрения оператора по горизонтали $\alpha_{\text{г}} = 90^\circ$ и вертикали $\alpha_{\text{в}} = 75^\circ$.

Величину угла оперативного поля зрения принимаем равной $\alpha_{\text{п.з.}} = 5^\circ$, а количество компонентов, которые должны попадать в это поле, равным четырем. Выбор минимальных значений из допустимых обусловлен ответственной и сложной работой пилота.

При расчете параметров будем считать надписи как сложные знаки, состоящие из простых (отдельные буквы). Для всех простых знаков принимаем $\alpha_3 = 15'$, для сложных знаков – $\alpha_3 = 30'$.

Вышеописанные и другие исходные данные, необходимые для расчетов, сводим в (таблицу 1):

Таблица 1 – Исходные данные для анализа пространственных характеристик субпанели

Наименование	Обозначение	Величина
Минимальное расстояние до пульта управления	l_{min}	0,5 м
Максимальное расстояние до пульта управления	l_{max}	0,8 м
Угол периферического зрения оператора по горизонтали	$\alpha_{\text{г}}$	90°
Угол периферического зрения оператора по вертикали	$\alpha_{\text{в}}$	75°
Величина угла оперативного поля зрения	$\alpha_{\text{п.з.}}$	5°
Объем оперативной памяти оператора	$N_{\text{п.з.}}$	4
Количество компонентов, расположенных на ПУ	N	26
Допустимый угловой размер сложных знаков	α_3	$15'$
Допустимый угловой размер сложных знаков	α_3	$30'$
Формат знака	F	2/3

Результаты расчетов, проведенные по формулам 1-5 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов размеров субпанели

Расстояние до ПУ l , мм	$L_{\text{п.у. max}}$, мм	$H_{\text{п.у. max}}$, мм	$S_{\text{п.у. min}}$, мм ²	$S_{\text{п.у. ф.}}$, мм ²	$S_{\text{п.у. max}}$, мм ²	Проверка выполнения условия
500	1000	767,33	12390,82	12410	767330	Выполняется
800	1600	1227,72	31720,46	12410	1964352	Выполняется

Как видно из таблицы, фактические размеры субпанели аудиосвязи лежат в требуемых пределах при всех вариантах расстояния до ПУ. Следовательно, сложности в работе с данной субпанелью не возникает. Результаты расчетов размеров компонентов (надписей) субпанели представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Фактические и минимально допустимые размеры надписей ПУ

Расстояние до ПУ l , мм	Тип знака	Фактическая высота знака, $H_{фак}$, мм	Минимально допустимая высота знака, $H_{мин}$, мм	Фактическая ширина знака, $B_{фак}$, мм	Минимально допустимая ширина знака, $B_{мин}$, мм	Проверка выполнения условия
500	Простой	7,5	2,2	0,8	1,46	Не выполняется
800			3,52		2,35	Не выполняется
500	сложный	7,5	4,4	6,8	2,93	Выполняется
800			7,04		4,69	Выполняется

Из результатов видно, что простые знаки не удовлетворяют требованиям по ширине при различных рабочих расстояниях до ПУ.

Заключение. Анализ пространственных характеристик субпанели аудиосвязи авиалайнера Airbus A320 показал, что ее фактические размеры удовлетворяют требованиям инженерной психологии при работе на любом из рассмотренных расстояний. Размеры простых знаков не соответствуют необходимым величинам. Однако следует отметить, что нарушение выполнения требования по размерам простыми знаками не оказывает особо негативного влияния, так как пилот оперирует надписями (сложными знаками), состоящими из данных букв.

Список литературы

1. АСР320 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cpflight.com/de/acp320-prod-116.php>. – Дата доступа: 17.02.2026.
2. Панель АСР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sim-on-a320.com/pin-out/acp-panel-back-pin-rail/>. – Дата доступа: 17.02.2026.
3. Душков, Б. А. Основы инженерной психологии / Б. А. Душков [и др.]; под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Высш. шк., 1986. – 448 с.
4. Рыжковская, М.С. Анализ размеров компонентов биометрических терминалов систем контроля доступа / М.С. Рыжковская, В.М. Алефиренко // Znanstvena misel journal. – 2019. – Vol. 1, №30. – С. 36-41.

UDC 004.5

ANALYSIS OF THE AIRBUS A320 AIRLINER SUBPANEL FOR COMPLIANCE WITH ENGINEERING PSYCHOLOGY REQUIREMENTS

Makhankov D.D., Rudko V.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V.M. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The study analyzed the dimensions of the Airbus A320's audio subpanel and its components for compliance with human-machine engineering requirements. It was found that some parameters do not meet these requirements.

Keywords: engineering psychology, human-operator, control panel, information interaction, spatial characteristics.