

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА

УДК 159.9

ГРНТИ 15.81.31

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПСИХОЛОГО-ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ЛЕТЧИКОМ ИНФОРМАЦИИ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ЭЛЕКТРОННОГО ИНДИКАТОРА

© 2025 г. А.Н. Яценко

*Руководитель группы, отдел эргономики и технических средств подготовки авиационного персонала, АО «Национальный центр вертолетостроения им. М.А. Миля и Н.И. Камова»; пгт. Томилино, г.о. Люберцы, Московская обл., Россия
e-mail: nastya.yatsenko@gmail.com*

Актуальность проведения работы определена многообразием вариантов кодирования пилотажно-навигационных параметров и их взаимного расположения на электронных индикаторах, а также недостаточным количеством нормативных требований к формированию систем отображения информации на основе многофункциональных индикаторов в кабинах вертолетов. Целью проведенной работы являлось исследование психологических механизмов взаимодействия летчика с пилотажно-навигационной информацией и структуры распределения внимания, при различных вариантах предъявления пилотажно-навигационной информации. В ходе исследования, летчикам предлагалось выполнить полет с использованием трех информационных моделей: группы электромеханических приборов; пилотажно-навигационного кадра, реализованного на индикаторе в кабине вертолета; оптимизированного, на основании проведенных исследований и опыта эксплуатации, пилотажно-навигационного кадра. Состав пилотажно-навигационных параметров в каждой информационной модели был одинаковым (авиагоризонт, вариометр, указатели высоты, скорости, курса), однако изменялось взаимное расположение параметров, на электронных кадрах представлялись счетчики текущего значения высоты, скорости, курса. Задача летчиков состояла в

выполнении «горизонтального полета» с заданными параметрами высоты, скорости и курса. В качестве дополнительной задачи, для оценки резервов внимания летчиков, был использован аппаратный комплекс «Блок резервов внимания». Регистрация направления перемещения и времени фиксации взгляда летчика на пилотажно-навигационных параметрах осуществлялась с использованием технологии айтрекинга. Результаты работы показали, что при соблюдении преемственности взаимного расположения параметров на экране индикатора относительно компоновки электромеханических приборов обеспечивается сохранение рациональных навыков сбора и зрительного контроля приборной информации летчиком. Включение в информационное поле счетчиков текущих значений параметров приводит к изменению маршрутов перемещения взгляда, по сравнению с электромеханическими приборами, а также обеспечивает сокращение загрузки внимания и облегчает количественный контроль информации.

Ключевые слова: индикатор, восприятие информации, кодирование информации, пилотажно-навигационные параметры, распределение внимания летчика.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка и внедрение высокотехнологичных комплексов бортового радиоэлектронного оборудования на современные летательные аппараты (ЛА), с применением электронных индикаторов, определили следующие основные тенденции построения систем отображения информации в кабине летчика вертолета:

- переход к системе отображения информации, предусматривающей использование нескольких электронных индикаторов;
- увеличение количества электронных индикаторов и суммарной площади их экранов на рабочих местах (РМ) летчиков;
- использование электронных индикаторов на базе жидкокристаллических матриц, с разрешением экрана 1024x768 пикселей.

Практика эксплуатации подтвердила целесообразность оборудования кабин ЛА жидкокристаллическими индикаторами (ЖК-индикаторами) (Современные тенденции..., 2015; Brzeska et al., 2024; Tang et al. 2024). Однако, в настоящее время разработчиками применяются различные подходы к решению задач компоновки индицируемых параметров и выбора способов их кодирования на экранах ЖК-индикаторов (Эргономика в системе проектирования..., 2015).

При этом, для отображения пилотажно-навигационной информации на электронных индикаторах используются различные способы и виды ее представления: вертикальные, горизонтальные, круговые или радиусные шкалы, а также их сочетания. Данное обстоятельство привело к многообразию вариантов представления информации на ЖК-индикаторах в кабинах экипажей ЛА. Это в свою очередь затрудняет переучивание летного состава, приводит к отрицательному переносу навыков зрительного восприятия, изменению выработанной структуры сбора информации и распределения внимания, проявлению ошибок считывания и интерпретации информации, особенно в сложных условиях полета, при дефиците времени на принятие правильных решений, что, в конечном счете, приводит к снижению безопасности полетов по причине человеческого фактора (Эргономика в проектировании, 2023; Brzeska et al., 2024).

Для решение обозначенных выше проблем необходимо проведение психолого-эргономических исследований по обоснованию требований к характеристикам экранных индикаторов и рекомендаций по их интеграции в информационно-управляющее поле системы «летчик — вертолет — среда».

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ИНДИКАТОРОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ЛЕТЧИКОВ ВЕРТОЛЕТОВ

Для операторских профессий, к числу которых относится и летная деятельность, процессы восприятия имеют существенное значение (Военная психология..., 2023; Эргономика в проектировании..., 2023). На процессы восприятия, переработки и оценки экипажем информации в полете влияет целый ряд факторов, среди которых следует выделить: характер деятельности летчика в системе «летчик — вертолет — среда»; изменение окружающей среды по сравнению с наземными условиями; необходимость одновременного выполнения нескольких разноплановых и быстротекущих действий (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975).

В полете основную часть информации о параметрах полета и состоянии ЛА летчик получает с помощью зрения. В условиях визуального полета летчик наблюдает как за

внекабинным пространством, так и за показаниями многочисленных приборов. Когда земная поверхность не видна (полет в облаках ночью или при сложных метеоусловиях), летчик обращается к пилотажно-навигационным приборам от 50 до 200 раз в минуту, фиксируя взгляд на каждом приборе в течении 0,3 – 0,9 с. (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975). Таким образом, сбор и переработка необходимой пилотажно-навигационной информации является важнейшими составляющими деятельности летчика.

В целом, пилотирование является сложным поведенческим актом, включающим процесс восприятия информации, формирование на этой основе образа полета и выполнение двигательных действий (Психологические основы..., 2007). Поэтому выбор способов кодирования пилотажно-навигационной информации, предъявляемой летчику в полете, является непростой психолого-эргономической задачей.

Как отмечено выше, изменение привычных способов кодирования пилотажно-навигационных параметров полета на ЖК-индикаторах, путем использования вместо круглых шкал подвижных вертикальных шкал или счетчиков, смены масштабов шкалы одного и того же параметра, и отображения на единой шкале различных параметров, может привести к частичной деавтоматизации ранее выработанных навыков пилотирования, особенно на сложных режимах полета. В результате снижается точность выдерживания безопасных параметров полета, увеличение количества управляющих движений и психофизиологической напряженности летчиков (Современные тенденции..., 2015).

Вместе с тем, многообразие способов представления пилотажно-навигационной информации на ЖК-индикаторах в кабинах вертолетов от части связано с отсутствием в настоящее время стандартов, устанавливающих требования к ее проектированию. А существующие нормативные требования к электронным индикаторам носят общий рекомендательный характер (ГОСТ 19340..., 1991; ГОСТ 27626..., 1988).

Возможность возникновения затруднений в восприятии и переработке информации у летчика при переходе с эксплуатации ЛА, оснащенных традиционными электромеханическими приборами к эксплуатации ЛА с ЖК-индикаторами отмечены в работах зарубежных авторов (Brzeska et al., 2024; Tang et al., 2024; Socha et al., 2020).

Результаты проведенных работ (Brzeska et al., 2024; Socha et al., 2020) показали преимущество информационных моделей на основе электронных индикаторов по сравнению с традиционными электромеханическими приборами в части точности выполнения полетного задания, количества допущенных ошибок пилотирования и навигации. Однако в работе (Brzeska et al., 2024) отмечена схожесть результатов опроса летчиков в части обеспечения легкости считывания информации с традиционных аналоговых приборов и электронных индикаторов — 40% и 38% опрошенных, соответственно (для 22% опрошенных летчиков не имеет большого значения, на каком устройстве отображаются показания).

В работах отечественных авторов (Косьянчук, Бессонова, Обознов и др., 2024; Обознов, Занковский, Бессонова, 2020) подчеркивается необходимость поиска оптимальных связей между профессиональными задачами, организацией и формой сигналов, а также методов выявления эргономических уязвимостей предлагаемых к реализации интерфейсов (Современное состояние и перспективы ..., 2024).

Цель исследования:

Провести экспериментальные сравнительные исследования психологических механизмов зрительного восприятия летчиком пилотажно-навигационной информации, отображаемой на электромеханических приборах и электронных индикаторах.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве теоретической базы исследований приняты:

- концепция рассмотрения приема информации об управляемом объекте как двухуровневого процесса: 1 — восприятие физических явлений, которые выступают в

роли носителей информации; 2 — трансформация перцептивного образа в концептуальную модель (Психологические основы ..., 2007);

- технология унификации средств обеспечения деятельности человека, предусматривающая ее организацию на основе единых принципов взаимодействия с техническими средствами различных типов.

В экспериментальной части работы проведено исследование влияния взаимного расположения пилотажно-навигационных параметров и вида представления информации (круговая, горизонтальная шкала, счетчик) на распределение внимания летчика. Исследование механизмов зрительного восприятия летчиком пилотажно-навигационной информации осуществлялось на полунатурном моделирующем стенде.

В процессе исследований летчикам предъявлялись основные пилотажно-навигационные параметры, используемые в полете по правилам приборного полета (без наблюдения за внекабинным пространством): авиагоризонт, вариометр, указатели высоты, скорости, курса.

Испытуемые выполняли «полеты» на стенде с использованием трех информационных моделей: группы электромеханических приборов; пилотажно-навигационного кадра, реализованного в кабине вертолета (далее исходный кадр); оптимизированного, на основании проведенных исследований и опыта эксплуатации, пилотажно-навигационного кадра (далее оптимизированный кадр).

Взаимное расположение и вид представления пилотажно-навигационных параметров в процессе исследований на стенде представлены в табл. 1.

Таблица 1

Взаимное расположение и вид представления параметров в исследованиях на стенде

№ п/п	Параметр	Взаимное расположение и вид представления параметров		
		Группа электро-механических приборов	Исходный кадр	Оптимизированный кадр
1	Авиагоризонт (указатель крена)	Верхнее центральное место, полукруглая	Под указателем курса, полукруглая шкала	Верхнее центральное место, полукруглая шкала

	и тангажа)	шкала крена, вертикальная шкала тангажа	крена, вертикальная шкала тангажа	крена, вертикальная шкала тангажа
2	Указатель вертикальной скорости (вариометр) в виде шкалы	Справа от авиагоризонта, круговая шкала	Справа от авиагоризонта, полукруглая шкала	Справа от авиагоризонта, круговая шкала
3	Счетчик вертикальной скорости	Отсутствует	Отсутствует	В центральной части шкалы
4	Указатель скорости в виде шкалы	Слева от авиагоризонта, круговая шкала	Слева внизу от авиагоризонта, на одной линии с указателем высоты	Слева от авиагоризонта, круговая шкала
5	Счетчик скорости	Отсутствует	Слева внизу от шкалы курса, на одной линии со счетчиком высоты	В центре шкалы
6	Указатель высоты в виде шкалы	Под вариометром, круговая шкала	Под вариометром, круговая шкала	Под вариометром, круговая шкала
7	Счетчик высоты	Отсутствует	Над вариометром	В центре шкалы
8	Указатель курса	Под авиагоризонтом, круговая шкала	Верхнее центральное место, горизонтальная шкала	Под авиагоризонтом, круговая шкала
9	Счетчик курса	Отсутствует	Отсутствует	Счетчиком текущего значения в верхней части шкалы

Следует отметить, что состав представляемых пилотажно-навигационных параметров в каждой информационной модели был одинаковым, однако предъявлялись они по-разному: изменялось взаимное расположение параметров; на электронных кадрах представлялись счетчики текущего значения высоты, скорости, курса. При этом взаимное расположение пилотажно-навигационных параметров в группе электромеханических приборов и на оптимизированном кадре соответствовало требованиям ГОСТ 19340.

Задача летчиков в процессе исследований состояла в выполнении «горизонтального полета» с заданными параметрами высоты, скорости и курса. Для оценки загруженности процессом пилотирования, летчикам предлагалось выполнять дополнительную задачу, с сохранением точности выдерживания заданных параметров

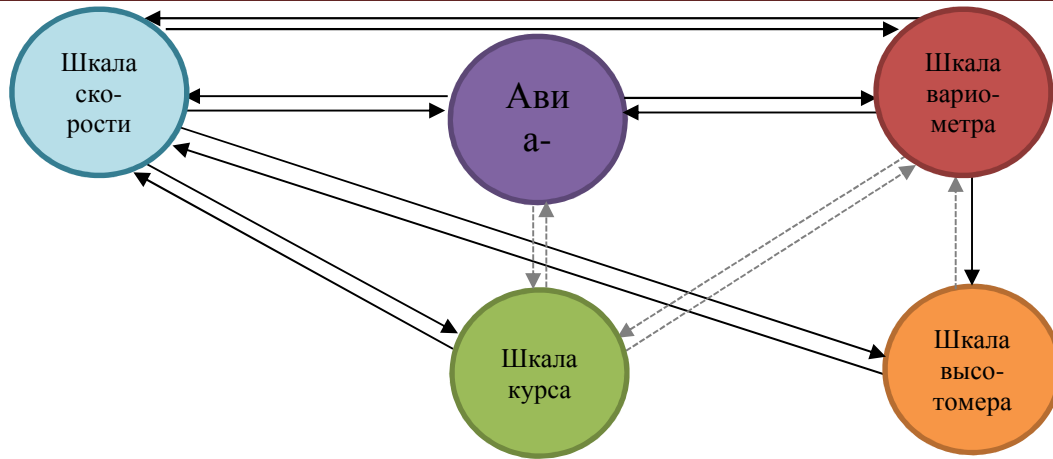
пилотирования. Для оценки резервов внимания летчиков, в качестве дополнительной задачи был использован аппаратный комплекс «Блок резервов внимания» (БРВ). В процессе проведения исследований, летчику необходимо было нажать на определенную кнопку в зависимости от появления светового сигнала зеленого или желтого цвета, предъявляемого в случайном порядке на специальном индикаторе. Индикатор устанавливался в нижней части приборной доски стенда таким образом, чтобы для наблюдения за ним летчику требовался перенос взгляда от приборов. Кнопки управления БРВ размещались под пальцами левой руки на рычаге общего шага винта. Продолжительность времени, уделяемого решению дополнительной задачи, оценивалась по данным регистрации направления взгляда летчика путем расчета относительно общего времени регистрации времени нахождения на режиме.

Учитывая, что внешним выражением процесса зрительного восприятия информации летчиком является перемещение его взгляда по приборной доске, в проведенных исследованиях, осуществлялась видеорегистрация направления взгляда. Используемая в исследованиях технология айтрекинга позволяла фиксировать элемент индикации, на который был направлен взгляд летчика. В процессе исследований были получены данные о длительности фиксации и маршрутах переноса взгляда летчика в процессе пилотирования с тремя сравниваемыми информационными моделями.

В исследованиях приняли участие 6 летчиков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

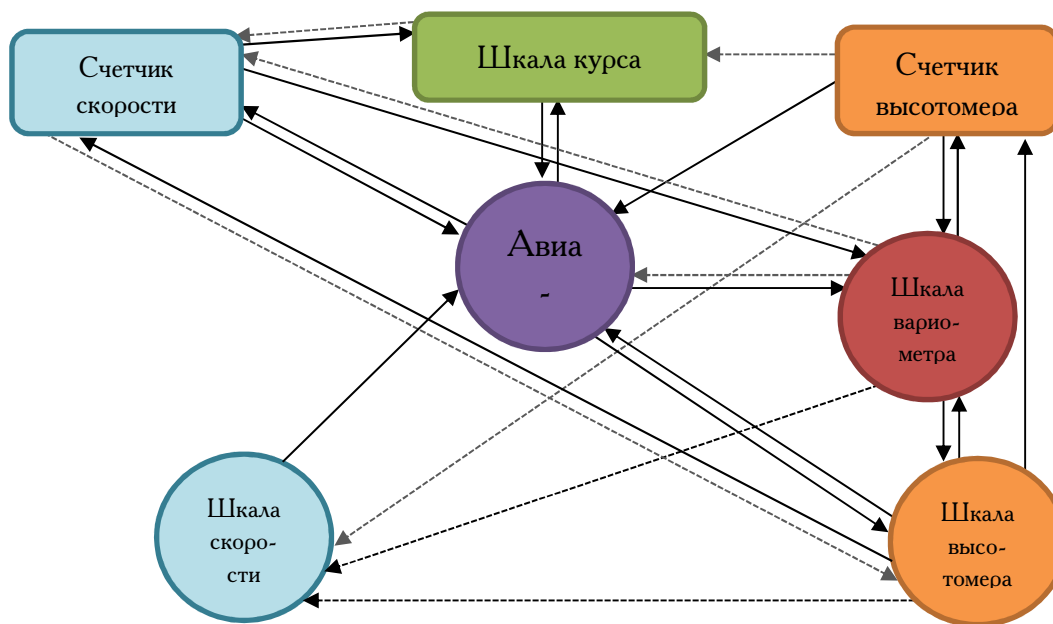
На рис. 1, 2 и 3 представлены маршруты перемещения взгляда летчиков, в зависимости от используемой информационной модели (группа электромеханических приборов, исходный кадр, оптимизированный кадр, соответственно).



— — — — — направления перемещения взгляда в 2% и менее от общего количества переносов;

— — — — — направления перемещения взгляда в 2,1% и более от общего количества переносов.

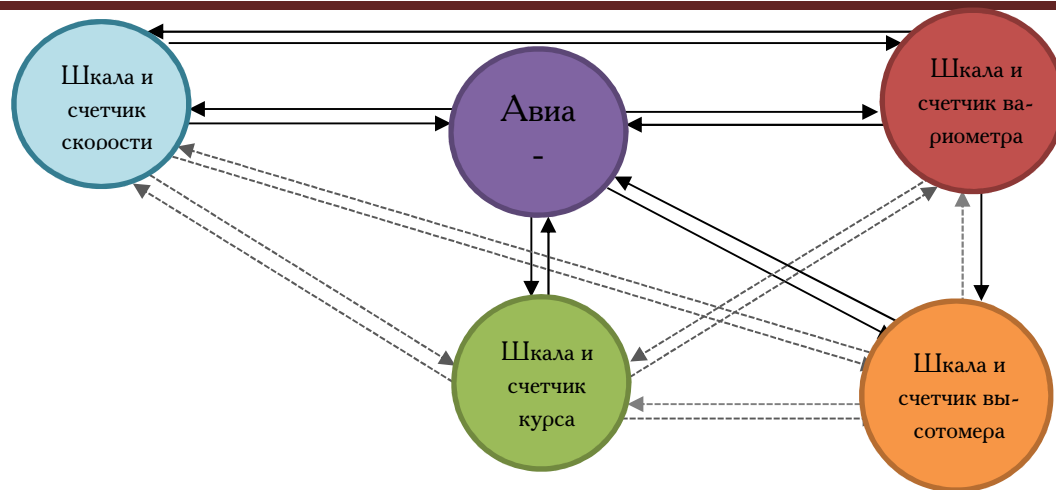
Рис. 1. Маршруты перемещения взгляда летчика в «горизонтальном полете» на стенде при использовании электромеханических приборов



— — — — — направления перемещения взгляда в 2% и менее от общего количества переносов;

— — — — — направления перемещения взгляда в 2,1% и более от общего количества переносов.

Рис. 2. Маршруты перемещения взгляда летчика в «горизонтальном полете» на стенде при использовании исходного кадра:



— — — — — направления перемещения взгляда в 2% и менее от общего количества переносов;
 — — — — — направления перемещения взгляда в 2,1% и более от общего количества переносов.

Рис. 3. Маршруты перемещения взгляда летчика в «горизонтальном полете» на стенде при использовании оптимизированного кадра

При анализе маршрутов переноса взгляда, мы основывались на данных, полученных в ранее проведенных отечественными специалистами исследованиях, в которых было установлено, что маршруты перемещения взгляда при полете по приборам подчиняются определенным закономерностям (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975). Так частота переключения внимания (переноса взгляда) на определенный прибор зависит от скорости изменения параметров, представляемых на приборах. Однако, наличие индивидуальных различий летчиков, таких как опыт, способность прогнозировать скорость и величину изменяемого параметра при полетах на стенде и т.п., существенно осложняли составление общей модели перемещения взгляда летчика (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975; Russi-Vigoyaa N., Patterson P., 2015). Поэтому на рис. 1, 2, 3 представлены данные о направлениях перемещения взгляда испытуемых, обозначенные пунктирной линией, которые составляли менее 2% от общего количества, сплошной линией обозначены маршруты перемещения взгляда, которые встречались в 2,1% и более от общего количества.

Полученные данные, представленные на рис. 1 и 2, иллюстрируют различия в структуре сбора информации летчиков при изменении взаимного расположения пилотажно-навигационных параметров и включении счетчиков скорости и высоты в

информационную модель. Изменения во взаимном расположении пилотажно-навигационных параметров и возрастание числа источников информации (5 и 7, соответственно) привели к увеличению количества и усложнению маршрута переноса взгляда. При этом, в процессе «пилотирования» по исходному кадру увеличивается количество переносов взгляда, частота которых составляет 2% и менее от общего числа по сравнению с полетом по электромеханическим приборам (8 и 5, соответственно).

Вместе с тем, структуры сбора информации в условиях «пилотирования» по электромеханическим приборам и оптимизированному кадру схожи, а увеличение числа источников информации на оптимизированном кадре до 9 ед. не существенно сказалось на маршрутах перемещения взгляда в связи с размещением счетчиков в центре соответствующих шкал. Следует отдельно отметить, что данные маршруты перемещения взгляда летчиков, в основном соответствуют данным, полученным ранее отечественными специалистами в испытательных полетах (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975).

В процессе «пилотирования» по исходному кадру и по оптимизированному кадру, наблюдается наличие переносов взгляда, частоты выполнения которых составляет 2% и менее от общего числа. Можно предположить, что летчики, в условиях дополнения информационных моделей счетчиками, располагают достаточными резервами времени для сбора всей информации, необходимой для выполнения полетного задания и формирования приборного образа полета.

На рис. 4 представлены данные о распределении внимания летчика в процессе выполнения «горизонтального полета» на стенде с использованием различных информационных моделей.



Рис. 4. Данные о распределении внимания летчика в процессе выполнения «горизонтального полета» на стенде (%)

Представленные на рис. 4 данные свидетельствуют, что наибольшее количество времени летчики уделяют контролю авиагоризонта и вариометра.

Из проведенных исследований известно (Методы инженерно-психологических исследований..., 1975), что для формирования двигательного действия не все приборы играют одинаковую роль. Как правило, вариометр и авиагоризонт, используются для корректировки управляющих действий и служат в качестве приборов управления. Другие являются приборами контроля качества управления, т.е. точности выдерживания заданных параметров.

В таблице 2 представлены данные о распределении внимания летчиков на приборах управления и приборах контроля.

Таблица 2

Распределение внимания летчиков на пилотажно-навигационных приборах, в зависимости от выполняемых ими функций (%)

Используемые летчиком приборы	Распределение внимания		
	Группа электро-механических приборов	Исходный кадр	Оптимизированный кадр
Приборы управления. Авиагоризонт, вариометр — корректировка управляющих действий	65	58	62
Приборы качества управления. Указатели высоты, скорости, курса — контроль точности выдерживания заданных параметров	35	42	37

Из представленных в таблице данных следует, что распределение внимания летчиков при использовании группы электромеханических приборов и оптимизированного кадров сходны. Однако, распределение внимания при контроле пилотажно-навигационных параметров по оптимизированному кадру имеет более «равномерный» характер (рис. 4), что может свидетельствовать о наличии потребного времени для контроля всех основных пилотажно-навигационных параметров, обеспеченным за счет сохранения рационального взаимного расположения параметров на кадре и наличием дополнительного источника информации о текущих значениях параметров в виде счетчиков.

В свою очередь, полученное в проведенных исследованиях увеличение времени контроля высотомера при использовании исходного кадра по сравнению с электромеханическими приборами и оптимизированным кадром (19%, 11% и 10% соответственно), может быть связано со сложностями сбора информации по счетчику и шкале, расположенным на расстоянии друг от друга. В таких случаях, уменьшение доли внимания тому или иному прибору может быть продиктовано как отсутствием времени на сбор информации, так и уменьшением потребности в информации.

В таблице 3 представлены данные о загрузке внимания летчиков при выполнении горизонтального полета с использованием различных информационных моделей в стендовых исследованиях.

Таблица 3

Загрузка внимания летчиков при выполнении «горизонтального полета» в стендовых исследованиях, при различных информационных моделях (%)

Исследуемый показатель деятельности	Информационная модель		
	Группа электромеханических приборов	Исходный кадр	Оптимизированный кадр
Загрузка внимания	54	74	44

Результаты проведенных исследований показали, что при выполнении «горизонтального полета» с заданными параметрами высоты, скорости и курса по оптимизированному кадру загрузка внимания летчиков является наименьшей и

составляет 44% от общего времени «полета». Увеличение загрузки внимания до 54%, при использовании «привычных» электромеханических приборов может быть вызвана отсутствием счетчиков текущих значений параметров. Изменение взаимного расположения параметров, а также отдельное расположение счетчиков и шкал на исходном кадре затруднило сбор и восприятие летчиком пилотажно-навигационной информации и привело к увеличению загрузки внимания до 74%. Эти данные выше на 20% и 30% по сравнению с «полетами», соответственно, по электромеханическим приборам и оптимизированному кадру.

Анализ данных, полученных в реальном полете на вертолете типа Ми-8, при выполнении горизонтального полета по электромеханическим приборам, показал, что у летчиков-испытателей загрузка внимания составляет 51%, у строевых летчиков — 67%, что сопоставимо со значениями загрузки внимания летчиков, полученными на стенде. При этом в исследованиях на стенде, загрузка внимания летчиков в некоторых случаях несколько ниже, в сравнении с данными в полетах на вертолетах. Такое различие можно объяснить меньшей психофизиологической напряженностью летчиков при «полетах» на стенде по сравнению с реальными, а также отсутствием воздействий физических факторов реального полета и ответственности за безопасность «полета».

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных сравнительных психолого-эргономических исследований зрительного восприятия летчиком информации с электромеханических приборов и электронного индикатора, основанных на оценке распределения внимания летчика при использовании различных информационных моделей, показали, что при использовании электронных индикаторов, в качестве системы отображения информации, сохраняется рациональная структура сбора и контроля информации, при условии соблюдения оптимального взаимного расположения основных пилотажно-навигационных параметров, согласно требованиям эргономики.

Включение в информационную модель счетчиков (в центре шкал вариометра, указателя высоты, скорости; в верхней части шкалы указателя курса) на кадре ЖК-индикатора облегчает количественный контроль параметров. Расширение объема предъявляемой информации приводит к усложнению маршрутов сбора информации по сравнению с электромеханическими приборами, однако позволяет сократить загрузку внимания летчиков, облегчая контроль за текущими значениями параметров по счетчикам.

Полученные данные подтверждают возможность совместного использования ЖК-индикаторов и электромеханических приборов в составе системы отображения информации летчика вертолета, при условии соблюдения требований по обеспечению сходства в оформлении основных элементов и взаимного расположения пилотажно-навигационных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 19340-91 Доски приборные кабин вертолетов. Требования к компоновке и установке приборных досок летчиков [Текст]. — Введ. 01.07.1992. М.: Издательство стандартов, 1991.
- ГОСТ 27626-88 Лицевые части авиационных индикаторов и приборов. Общие эргономические требования [Текст]. — Введ. 01.07.1989. М.: Издательство стандартов, 1988.
- Военная психология. Военно-психологический словарь-справочник / под ред. С.Л. Кандыбовича, Т.В. Разиной. — 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Харвест, 2023.
- Косьянчук В.В., Бессонова Ю.В., Обознов А.А., Занковский А.Н., Грешников И.И., Махортов И.А. Метод поиска эргономических и психологических уязвимостей в операторской деятельности // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2022. Т.7. № 4. С. 227-265. DOI: 10.38098/iprap.opwp_2022_25_4_010 URL: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document851.pdf/>. Дата обращения: 27.03.2025.
- Методы инженерно-психологических исследований в авиации. Под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Доброленского. М.: «Машиностроение», 1975.
- Обознов А.А., Занковский А.Н., Бессонова Ю.В. Понятие эргономической уязвимости человеко-машинных интерфейсов // Институт психологии Российской академии

наук. Организационная психология и психология труда. 2020. Т. 5. № 2. С. 112-126. DOI: 10.38098/ipran.opwr.2020.15.2.006 URL: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document560.pdf>. Дата обращения: 27.03.2025.

Психологические основы профессиональной деятельности: хрестоматия / Сост. В.А. Бодров. М.: ПЕР СЭ; Логос, 2007.

Современное состояние и перспективы развития психологии труда и организационной психологии / Отв. Ред. А.А. Грачев, А.Л. Журавлев, А.В. Махнач, А.Н. Занковский, Ю.В. Бессонова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2024. С. 858-865.

Современные тенденции развития науки и технологий : сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции 31 декабря 2015 г.: в 8 ч. / Под общ. Ред. Е.П. Ткачевой. часть VIII. Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015.

Эргономика в проектировании человеко-машинных систем: учебное пособие / М.В. Найченко; под ред. А.В. Зацепилина. М.: ИД Академии Жуковского, 2023.

Эргономика в системе проектирования и испытаний вертолетов и тренажеров «Ми»: Том 2. Электронные системы отображения информации современных и перспективных вертолетов / Под ред. д.м.н., лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники А.В. Чунтула. — Когито-Центр, 2015.

Brzeska K., Urzędowski M., Kozuba J. Classic analog pilot instruments and “glass cockpit” in the context of pilot’s preferences and confidence in their use during flight // Aviation and Security Issues № 5 (1/2024). 15-27 p. DOI:10.55676/asi.v5i1.57

Russi-Vigoyaa N., Patterson P. Analysis of pilot eye behavior during glass cockpit simulations. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015. Procedia Manufacturing 3 (2015). 5028-5035 p. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.515

Socha V., Socha L., Hanakova L., Valenta V., Kusmirek S., Lalis A. Pilots’ Performance and Workload Assessment: Transition from Analogue to Glass-Cockpit // Applied Sciences 2020, 10, 5211. DOI:10.3390/app10155211

Tang H., Lee B. G., Towey D., Pike M. The Impact of Various Cockpit Display Interfaces on Novice Pilots’ Mental Workload and Situational Awareness: A Comparative Study // Sensors 2024. 24(9), 2835. DOI: 10.3390/s24092835

Статья поступила в редакцию: 25.04.2025. Статья опубликована: 12.07.2025.

COMPARATIVE PSYCHOLOGICAL AND ERGONOMIC STUDY OF A PILOT'S VISUAL PERCEPTION OF INFORMATION FROM ELECTROMECHANICAL INDICATORS AND DIGITAL DISPLAY

© 2025 Anastasya N. Yatsenko

*Head of the Group, Department of Ergonomics and technical training of aviation personnel,
Joint Stock Company "National helicopter center Mil&Kamov"; Tomilino, Lyubertsy district,
Moscow region, Russian Federation
e-mail: nastya.yatsenko@gmail.com*

The relevance of the work is determined by the variety of encoding options for flight and navigation parameters and their relative location on the digital display, as well as the insufficient number of regulatory requirements for the formation of information systems based on multi-function displays in helicopter cockpits. The purpose of the work was to study the psychological mechanisms of the pilot's interaction with flight and navigation information and the structure of attention distribution, with various options for the presentation of flight navigation information. During the study, the pilots were asked to perform a flight using three information models: a group of electromechanical indicators; the flight and navigation panel implemented on an indicator in the cockpit of a helicopter; optimized, based on research and operational experience, the flight and navigation panel. The composition of the flight and navigation parameters in each information model was the same (vertical gyroscope, variometer, altimeter, airspeed, heading cursor), but the relative position of the parameters changed, and counters of the current altitude, speed, and course values were displayed on electronic panel. The task of the pilots was to perform a "horizontal flight" with the specified parameters of altitude, speed and course. As an additional task, to assess the pilots' attention reserves, the hardware complex "Block of attention reserves" was used. The registration of the direction of movement and the fixation time of the pilot's gaze in the flight and navigation parameters was carried out using eye-tracking technology. The results of the work showed that while maintaining the continuity of the relative position of the parameters on the display relative to the layout of electromechanical indicators, it ensures the preservation of rational skills in collecting and visually monitoring instrument information by the pilot. The inclusion of the current parameter values in the information field leads to a change in the routes of movement of the gaze, compared with electromechanical indicators, and also provides a reduction in the workload of attention and facilitates quantitative control of information.

Key words: display, information perception, information encoding, flight and navigation parameters, distribution of pilot's attention.

REFERENCES

- GOST 19340-91 Doski Priborny`e Kabin Vertolyotov. Trebovaniya k Komponovke i Ustanovke Priborny`x Dosok Lyotchikov* [State Standard 19340-91 Helicopter Cabin Display Panels. Requirements for Pilot's Panels Arranging and Mounting]. (1991). Moscow: Standards Publ. (in Russian).
- GOST 27626-88 Licevy`e Chasti Aviacionny`x Indikatorov i Priborov. Obshhie E`rgonomicheskie Trebovaniya.* [State Standard 27626-88 Face Parts of Aircraft Indicators and Instruments. General Ergonomic Requirements]. (1988). Moscow: Standards Publ. (in Russian).
- Kandybovich, S.L. & Razina T.V. (Eds.). (2023). *Voennaya Psixologiya. Voenno-psihologicheskij Slovar`-spravochnik* [Military Psychology. Military Psychological Dictionary]. Minsk: Harvest. (in Russian).
- Kosyanchuk, V.V., Bessonova, Y.V., Oboznov, A.A., Zankovskiy, A.N., Greshnikov, I.I., & Makhortov, I.A. (2022). Metod poiska jergonomicheskikh i psihologicheskikh ujazvimostej v operatorskoj dejatel'nosti [Method for finding ergonomic and psychological vulnerabilities in humaninterface interaction]. *Institut Psikhologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda* [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor], 7 (4), 227-265. (in Russian). DOI: 10.38098/ipran.opwp_2022_25_4_010
- Dobrolensky, Yu.P. (Ed.). (1975). *Metody` Inzhenerno-psixologicheskix Issledovanij v Aviacii.* [Methods of Engineering and Psychological Research in Aviation]. Moscow: Mechanical Engineering. (in Russian).
- Oboznov, A.A., Zankovsky, A.N., & Bessonova, Yu.V. (2020). Ponjatie ergonomicheskoy ujazvimosti cheloveko-mashinnyh interfejsov [The concept of ergonomic vulnerability of human-machine interfaces]. *Institut Psikhologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda* [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor], 5 (2), 112-126. (in Russian). DOI: 10.38098/ipran.opwp.2020.15.2.006
- Bodrov, V.A. (Ed.). (2007). *Psihologicheskie Osnovy` Professional'noj Deyatel'nosti* [Psychological Foundations of Professional Activity]. Moscow: PER SE; Logos. (in Russian).
- Grachev, A.A., Zhuravlev, A.L., Makhnach, A.V., Zankovsky, A.N. & Bessonova, Yu.V. (Eds.). (2024). *Sovremennoe Sostoyanie i Perspektivy` Razvitiya Psixologii Truda i Organizacionnoj Psihologii* [The Current State and Prospects of the Development of Labor Psychology and Organizational Psychology]. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences Publ. (in Russian).
- Tkacheva E.P. (Ed.). (2015). *Sovremenny`e Tendencii Razvitiya Nauki i Texnologij: Sbornik Nauchny`x Trudov po Materialam IX Mezhdunarodnoj Nauchno-prakticheskoy Konferencii 31 Dekabrya 2015 g.* (2015). [Modern Trends in the Development of Science and Technology: a Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the IX International Scientific and

Practical Conference on December 31, 2015]. Vol. VIII. Belgorod: IP Tkacheva E.P. (in Russian).

Naychenko, M.V. (2023). *E'rgonomika v Proektirovanii Cheloveko-mashinny'x Sistem: Uchebnoe Posobie [Ergonomics in the Design of Human-machine Systems: a Textbook]*. A.V. Zatsepilin (Ed.). Moscow: Zhukovsky Academy Publ. (in Russian).

Chuntul, A.V. (Ed.) (2015). *E'rgonomika v Sisteme Proektirovaniya i Ispy'tanij Vertolyotov i Trenazhyorov «Mi»: Tom 2. E'lektronny'e Sistemy` Otobrazheniya Informacii Sovremenny'x i Perspektivny'x Vertolyotov [Ergonomics in the Design and Testing System of Helicopters and Mi Simulators: Volume 2. Electronic Information Display Systems for Modern and Promising Helicopters]*. Moscow: Kogito-Center. (in Russian).

Brzeska, K., Urzędowski, M., & Kozuba, J. (2024). Classic analog pilot instruments and “glass cockpit” in the context of pilot’s preferences and confidence in their use during flight. *Aviation and Security Issues*, №5 (1/2024), 15-27. DOI: 10.55676/asi.v5i1.57

Russi-Vigoyaa, N., & Patterson, P. (2015). Analysis of pilot eye behavior during glass cockpit simulations. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015. *Procedia Manufacturing* 3 (2015), 5028-5035. DOI:10.1016/j.promfg.2015.07.515

Socha, V., Socha, L., Hanakova, L., Valenta, V., Kusmirek, S., & Lalis, A. (2020). Pilots’ Performance and Workload Assessment: Transition from Analogue to Glass-Cockpit. *Applied Sciences* 2020, 10, 5211. DOI:10.3390/app10155211

Tang, H., Lee, B.G., Towey, D., & Pike, M. (2024). The Impact of Various Cockpit Display Interfaces on Novice Pilots’ Mental Workload and Situational Awareness: A Comparative Study // *Sensors* 2024, 24(9), 2835. DOI: 10.3390/s24092835

The article was received: 25.04.2025. Published online: 12.07.2025.

Библиографическая ссылка на статью:

Яценко А.Н. Сравнительное психолого-эргономическое исследование зрительного восприятия летчиком информации с электромеханических приборов и электронного индикатора // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2025. Т. 10. № 2. С. 160 -178. DOI: 10.38098/ipran.opwp_2025_35_2_008

Yatsenko, A.N. (2025). Sravnitel'noe psihologo-jergonomicheskoe issledovanie zritel'nogo vosprijatija letchikom informacii s jelektromehanicheskikh priborov i jelektronnogo indikatora [Comparative psychological and ergonomic study of a pilot's visual perception of information from electromechanical indicators and digital display]. *Institut Psikologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor]*. 10(2). 160 -178. (in Russian). DOI: 10.38098/ipran.opwp_2025_35_2_008

Адрес статьи: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document1125.pdf>