

Психолого-эргономическое обоснование требований к формированию зрительной информации на электронном индикаторе вертолѐта

А.Н. Яценко¹, А.Н. Глушко², А.В. Чунтул³

¹АО «Национальный центр вертолѐтостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова»,
пгт. Томилино, г.о. Люберцы, Московская обл.

²АНО ВО «Университет мировых цивилизаций им. В.В. Жириновского»,
г. Москва

³ООО «Корпорация Русская эргономика и интеллектуальные системы»,
г. Москва

Рассмотрены особенности информационного взаимодействия лѐтчиков летательных аппаратов с современными жидкокристаллическими индикаторами. Исследован процесс восприятия знако-графической информации, в зависимости от её характеристик (угловых размеров знака, яркостного контраста изображения и фона, частоты обновления информации на экране), а также разрешения экрана индикатора. Практическая значимость результатов исследований заключается в их применении при проектировании систем отображения информации и разработке требований к характеристикам экранных индикаторов, предназначенных для установки в кабинах современных вертолѐтов.

Ключевые слова: *индикатор, восприятие, угловой размер знака, яркостный контраст, частота обновления информации.*

Введение

В соответствии с современными тенденциями построения информационно-управляющих полей летательных аппаратов, жидкокристаллические multifunctional индикаторы заменяют так называемую «традиционную» приборную доску, предполагающую использование электромеханических приборов в качестве основных и резервных средств отображения информации [14, с. 39]. Считается, что внедрение жидкокристаллических индикаторов (ЖК-индикаторов) позволяет успешно решать как технические (предъявление информации, поступающей от бортовых комплексов и отдельных систем), так и психологические вопросы (обеспечение условий для быстрого, правильного и надёжного восприятия и оперативной переработки лѐтчиком информации, без чрезмерной напряжѐнности) [10, с. 147].

При этом, в ходе проектирования вновь устанавливаемых в кабинах летательных аппаратов средств отображения информации, необходимо учитывать роль инструментальных сигналов в

формировании у лётчика образа пространственного положения и «приборного» образа [1, с. 545].

Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко указывают на ведущую роль информационной модели как структурного элемента, регулирующего действия лётчика [4, с. 40].

Следует отметить, что представления о системе психической регуляции деятельности, сложившиеся в психологии труда и инженерной психологии, опираются на универсальную теоретическую схему регуляции: сличение текущего образа с заданной целью и сенсорные коррекции как способ устранения рассогласований [6, с. 3].

В работах отечественных специалистов [8, с. 58], исследования системы психической регуляции деятельности были направлены на создание моделей, учитывающих особенности её функционирования при возникновении различных ситуаций и воздействия условий рабочей среды [2, с. 122].

Так, в работе А.А. Обознова отмечено, что реализация процесса психической регуляции находится в сложной зависимости от ряда предпосылок и факторов, к числу которых относятся условия рабочей среды, состояния субъекта, его психические установки и т.д. [6, с. 51]. Для условий операторской деятельности, с учётом специфики функционирования системы психической регуляции, можно выделить три основные ситуационные предпосылки: 1) своевременность и полноту поступления к оператору достоверной информации, необходимой для обеспечения выполнения деятельности; 2) степень напряжения возможностей оператора по приёму и преобразованию информации; 3) побудительную силу критериев успешности [6, с. 52]. Первая ситуационная предпосылка обеспечивается с помощью технических средств, вторая и третья – на основе психологических возможностей [6, с. 53].

Если рассматривать данные предпосылки применительно к формированию системы отображения информации лётчика вертолёт, для обеспечения второй предпосылки актуальным является исследование процессов восприятия информации, отображаемой на современных ЖК-индикаторах, в целях её своевременного и безошибочного опознания лётчиком и достижения высокого качества выполнения профессиональных действий по коррекции параметров управляемого объекта.

Особенности восприятия лётчиком приборной информации с ЖК-индикаторов.

Применяемые в составе систем отображения информации современных и перспективных летательных аппаратов ЖК-индикаторы имеют некоторые особенности генерирования приборной информации, влияющие на процесс восприятия лётчиком предъявляемых данных.

В частности, изображение на экране ЖК-индикатора формируется за счёт отдельных элементов (пикселей), количество и размер которых влияют на разрешающую способность матрицы. На начальном этапе внедрения электронных индикаторов на приборных досках отечественных летательных аппаратов наибольшее распространение получили матрицы размером 8×6 дюймов с разрешением 640×480 пикселей. В настоящее время на бортах вертолётов устанавливаются ЖК-индикаторы с матрицами, разрешение которых составляет 800×600 и 1024×768 пикселей [15, с. 13].

Современные ЖК-индикаторы предоставляют широкие возможности для отображения инструментальной информации в части обеспечения оптимальных формы и размеров индикационных элементов (шрифтов, знаков и т.п.), цветового кодирования информации.

Одной из важных характеристик, влияющих на эффективность зрительного восприятия информации, является угловой размер элементов изображения. Известно [3, с. 255], что для обеспечения точности считывания букв и цифр на фоне других индикационных элементов, их допустимый размер должен составлять от 18 до 20 угл. мин. При определённых условиях указанные размеры соответствуют оперативному порогу восприятия, при котором обеспечивается максимальная точность и скорость восприятия человеком поступающей информации и её опознание.

Возможность использования цветового кодирования информации на ЖК-индикаторах позволяет повысить скорость её восприятия экипажем. Материалы анкетного опроса показали, что цветные ЖК-индикаторы являются более предпочтительными для установки в кабинах летательных аппаратов. При этом, лётчиками было отмечено, что цветовое кодирование информации повышает уверенность и надёжность действий [10, с. 156].

Увеличение производительности бортовых вычислительных комплексов позволяет оптимизировать качество кодирования информации на ЖК-индикаторах посредством использования цветной заливки фона индикационных кадров, что обеспечивает высокие значения цветового контраста символов и знаков по сравнению с фоном. Данные технические возможности определяют необходимость учитывать не только требования к цветовому коду отображаемых символов, но и исследовать достаточность яркостного контраста для обеспечения оптимальных условий восприятия информации экипажем при различных уровнях внешней освещённости. При этом, в доступной нормативно-технической документации (ОСТ 1 00345), для средств отображения информации, основанных на принципе активного высвечивания информации, требования к яркостному контрасту

представлены только для знаков и символов размером 30 угл. мин. – не менее 0,5 [7, с. 8].

Частота смены информации на экране является важной характеристикой авиационных ЖК-индикаторов, оказывающей влияние на качество восприятия лётчиком индицируемых данных. Недостаточная частота смены информации может приводить к её визуальному искажению: размытость контуров символов, знаков и шкал, дискретность при изменении положения, расщепление или удвоение элементов при максимальной скорости изменения параметра [10, с. 159]. Данное обстоятельство затрудняет восприятие угловых и линейных перемещений отсчётных элементов шкал, а также количественное считывание показаний.

При проектировании и внедрении современных средств отображения информации необходимо также учитывать особенности условий деятельности лётчика вертолёта [13, с. 13], влияющие на его функциональное состояние в процессе профессиональной деятельности [9, с. 802]. Так, по данным анкетного опроса, 62% лётного состава относят шумы и вибрации к числу наиболее значимых отрицательных факторов полёта на вертолёте.

В практике эксплуатации летательных аппаратов отмечено неблагоприятное влияние шумов на работоспособность лётчика: при длительном действии шума ошибки в пилотировании возрастают от 20 до 134%, а напряжение основных физиологических функций увеличивается в среднем на 10% [12, с. 134].

Прямое влияние вибраций на зрительный анализатор лётчика в полёте может вызывать снижение остроты зрения на 0,2–0,3 ед. В результате утомления зрительного анализатора через 3–4 часа полёта вибрации могут оказывать и косвенное влияние на зрительную работоспособность лётчика [5, с. 119].

Следует также учитывать и особенности выполнения полётов, характерных для вертолёта, например, полёты на малых и предельно малых высотах, полёты в условиях ограниченной видимости (туманы, облака, снежный, пыльный вихри), ночью в очках ночного видения. Такие условия полёта при остром дефиците времени и необходимости совмещения действий по управлению вертолётom с наблюдением внекабинной и приборной информации предъявляют высокие требования к психическим и психофизиологическим качествам лётчиков вертолётom. Успешность действий лётчика в рассматриваемых ситуациях определяется его способностью к их быстрой оценке и принятию правильного решения, а также навыками приборного пилотирования [5, с. 141]. Выполняемый лётчиком в указанных условиях полёта переход от визуального контроля внекабинного пространства к ориентировке по показаниям приборов сопровождается значительным усложнением

умственной деятельности, связанной с необходимостью оценки, обобщения и анализа поступающей приборной информации и её трансформации в образное представление о пространственном положении вертолѐта [11, с. 63]. Данные особенности деятельности экипажей вертолѐтов задают высокие требования к профессионально важным качествам лѐтного состава и функциональному состоянию зрительного анализатора (остроте зрения, контрастной чувствительности).

Таким образом, для обеспечения оптимальных условий восприятия и безошибочного считывания информации, предъявляемой лѐтчику на ЖК-индикаторах в процессе выполнения трудовой деятельности, актуальным является проведение исследований по установлению оптимальных значений угловых размеров индикационных элементов, яркостного контраста знаков и фона, частоты обновления данных на экране.

Методика психолого-эргономического исследования качества зрительного восприятия знако-графической информации на экране индикатора

Исследования включали пять серий экспериментов. В каждой серии экспериментов приняли участие по 6 операторов, имеющие опыт эргономической оценки средств отображения информации.

В первой серии экспериментов исследовалась эффективность зрительного восприятия знаков белого цвета на чѐтном фоне на экране с разрешением 640×480 пикселей, в зависимости от углового размера букв и цифр. Эффективность зрительного восприятия знаков оценивалась по вероятности их безошибочного опознания. Угловые размеры букв и цифр составляли 10, 15, 20 и 30 угл. мин. Яркостный контраст знаков и фона составлял 0,5 ед.

Во второй серии экспериментов исследовалась эффективность зрительного восприятия знаков, в зависимости от разрешения экрана (640×480, 800×600, 1024×768 пикселей). Яркостный контраст знаков и фона составлял 0,5 ед.

В третьей серии экспериментов исследовалась эффективность зрительного восприятия информации, в зависимости от яркостного контраста знака и фона. Устанавливались следующие значения яркостного контраста: 0,2, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 1,0 и 1,4. Знаки предъявлялись на экране с разрешением 640×480, 800×600 и 1024×768 пикселей. Угловые размеры знаков составляли 10, 15, 20 и 30 угл. мин.

В четвертой серии экспериментов исследовалось время опознания знаков на экране с разрешением 640×480 пикселей в зависимости от величины яркостного контраста знаков и фона (диапазон изменения от 0,3 до 1,4 ед.). Величина оптимального яркостного контраста определялась при условии устойчивого снижения времени опознания знаков при увеличении их яркостного контраста с фоном до такой величины, при которой дальнейшее его возрастание не приводило к

снижению времени опознания знака. Операторам предлагалось максимально быстро и безошибочно опознать предъявляемые знаки. Угловой размер знаков составлял 10, 15, 20 и 30 угл. мин.

В пятой серии экспериментов изучалось качество восприятия приборной информации в виде индексов и шкал, в зависимости от частоты обновления данных на экране при различных скоростях изменения параметров (максимально возможной; высокой – 0,75 от максимальной; средней – 0,5 от максимальной; малой – 0,25 от максимальной).

Субъективная оценка качества восприятия индицируемых параметров осуществлялась операторами по трехбалльной шкале:

1 балл – наблюдаются значительные визуальные искажения, существенно затрудняющие восприятие и оценку информации;

2 балла – визуальные искажения присутствуют, однако не оказывают существенного влияния на качество и точность восприятия информации;

3 балла – визуальные искажения не наблюдались.

Результаты психолого-эргономических исследований восприятия знаковой информации на экране ЖК-индикатора

На рис. 1 представлены данные о вероятности безошибочного опознания знаков в зависимости от их угловых размеров при разрешении экрана индикатора с 640×480.



Рис. 1. Вероятность безошибочного опознания знаков, в зависимости от их угловых размеров

Результаты исследования свидетельствуют, что вероятность опознания знаков повышается при увеличении их углового размера. Обращает на себя внимание, что полученные данные о близкой к единице вероятности опознания знаков размером 30 угл. мин. (контраст 0,5) подтверждают требования ОСТ 1 00345 к обеспечению безошибочности зрительного восприятия информации с экрана индикатора.

Особенностью предъявления информации на ЖК-индикаторах является то, что с увеличением разрешения экрана качество передачи контуров знаков улучшается, приближаясь к контурам, образованным сплошными линиями. В связи с этим во второй серии экспериментов было проведено сравнение эффективности зрительного восприятия

знаков различного размера при более высоких значениях разрешения экрана ЖК-индикатора.

На рис. 2 представлены данные о вероятности опознавания знаков различного углового размера в зависимости разрешения экрана ЖК-индикатора, из которых следует, что увеличение разрешения экрана повышает вероятность опознавания знаков и символов при постоянных значениях яркостного контраста – 0,5 ед.

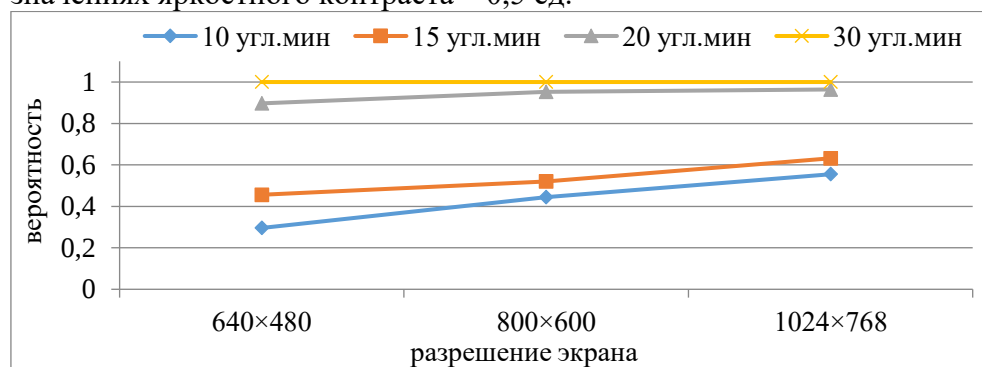


Рис. 2. Вероятность опознавания знаков с угловым размером 10, 15, 20 и 30 угл. мин. при различном разрешении экрана индикатора

Как следует из представленных данных, для знаков, имеющих угловые размеры 10 и 15 угл. мин., зависимость вероятности опознавания от величины разрешения экрана выражена более отчетливо. Вероятность опознавания знаков с размером 10 угл. мин. при отображении их на экране с разрешением 1024×768 пикселей почти в 2 раза выше по сравнению с разрешением 640×480 пикселей. Для знаков размером 15 угл. мин. это различие составляет 39%; для знаков 20 угл. мин. – лишь около 7%. Знаки размером 30 угл. мин. надежно опознаются при всех исследованных значениях разрешения экрана индикатора. Следовательно, в условиях снижения значений яркостного контраста (влияние внешних засветок и т.п.) в кабине летательного аппарата, для повышения надежности восприятия знаковой информации необходимо использовать ЖК-индикаторы с высоким разрешением экрана.

На рис. 3 представлены полученные значения вероятностей опознавания знаков размером 10, 15, 20, 30 угл. мин. при различной величине яркостного контраста с фоном 0,2, 0,5, 0,8, 1, 1,4 ед., на экране индикатора с разрешением 640×480 пикселей.

При величине яркостного контраста 0,2 ед. не обеспечивается надежное опознавание знаков с угловыми размерами 10, 15, 20, 30 угл. мин. Вероятность опознавания знаков возрастает при увеличении их яркостного контраста с фоном. Так, при яркостном контрасте около 0,5 ед. обеспечивается надёжное опознавание знаков с максимальным угловым размером – 30 угл. мин. При значениях яркостного контраста не менее 0,8 обеспечивается безошибочное опознавание знаков с угловыми размерами

20 угл. мин. Вместе с тем, было установлено, что влияние увеличения яркостного контраста становится менее выраженным для знаков с угловыми размерами 15 угл. мин. и 10 угл. мин., а вероятность их безошибочного опознания не превышает 0,8 и 0,5 ед. соответственно.

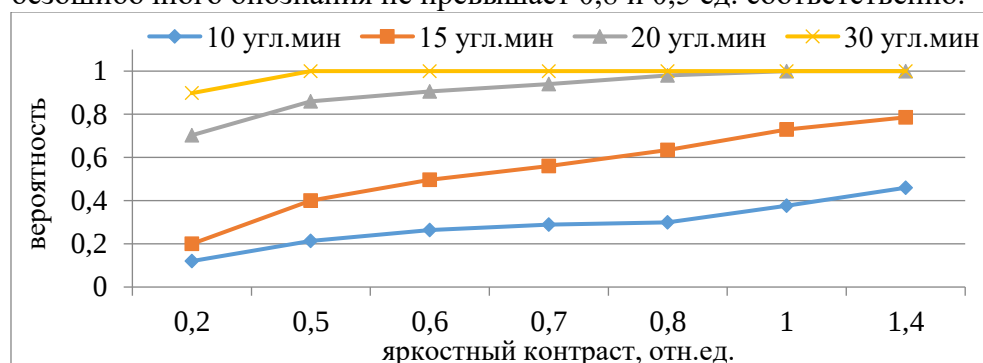


Рис. 3. Вероятность безошибочного опознания знаков при различных значениях их яркостного контраста с фоном при разрешении экрана 640×480 пикселей

На рис. 4 и 5 представлены данные об изменении вероятности опознания знаков размером 10, 15, 20 и 30 угл. мин. в зависимости от их яркостного контраста, при разрешении экрана 800×600 и 1024×768 пикселей соответственно.

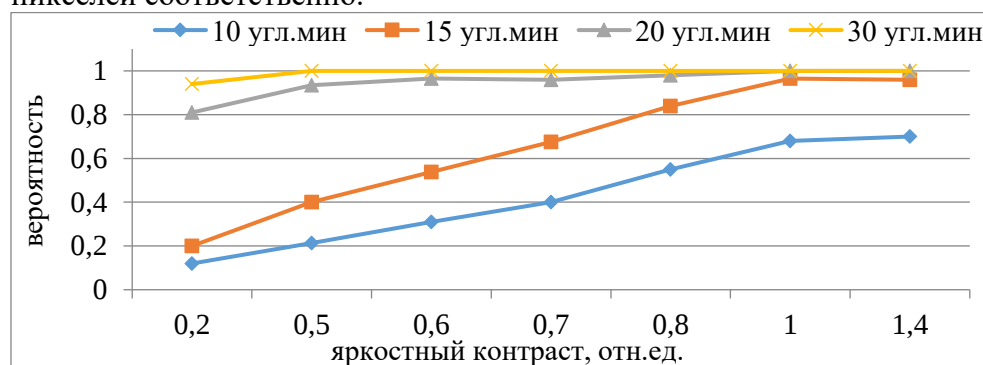


Рис. 4. Вероятность безошибочного опознания знаков при различных значениях их яркостного контраста с фоном при разрешении экрана 800×600 пикселей

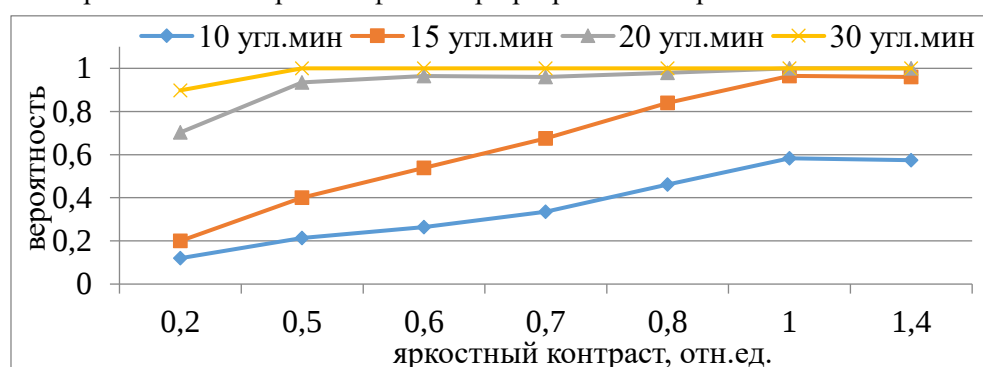


Рис. 5. Вероятность безошибочного опознания знаков при различных значениях их яркостного контраста с фоном, при разрешении экрана 1024×768 пикселей

Как следует из представленных данных, использование ЖК-индикатора с высоким разрешением экрана обеспечивает надёжное опознание знаков размером 15 угл. мин., при их яркостном контрасте с фоном 1,0 ед. и более.

На рис. 6 представлены результаты исследования времени опознания знаков в зависимости от величины их яркостного контраста.

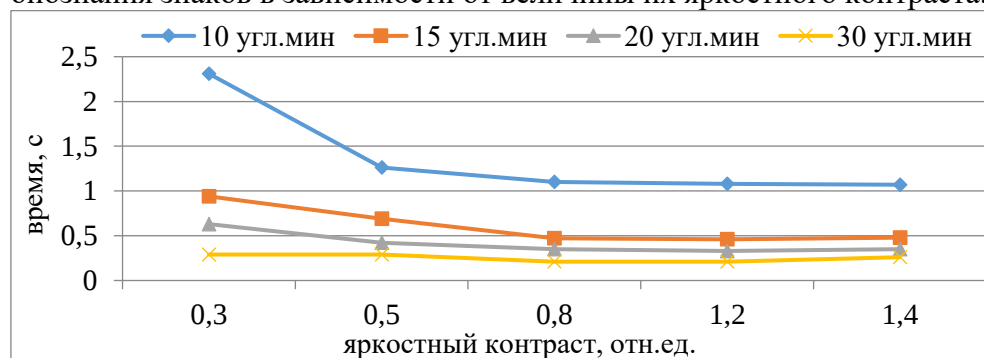


Рис. 6. Динамика времени опознания знаков в зависимости от величины их яркостного контраста с фоном (0,3, 0,5, 0,8, 1,2 и 1,4 ед.).

При увеличении яркостного контраста знаков с фоном наблюдается сокращением времени их опознания. При этом характер и выраженность изменения времени надёжного опознания знаков во многом определяются их угловыми размерами. Зависимость времени опознания знаков с угловыми размерами 30 угл. мин. от их яркостного контраста с фоном выражена незначительно (время опознания знаков составляет 0,21 – 0,29 с.). Более очевидно данная зависимость проявляется при величине знаков 20 угл. мин.: увеличение яркостного контраста от 0,3 до 0,8 ед. приводит к сокращению времени опознания в 1,8 раза, а дальнейшее увеличение яркостного контраста позволяет обеспечить опознание знаков в среднем за 0,34 с. Зависимость времени опознания знаков с угловым размером 15 угл. мин. от их яркостного контраста с фоном носит аналогичный характер: стабилизация времени надёжного опознания знака происходит также при величине яркостного контраста 0,8 ед., а среднее время надёжного опознания составляет 0,46 с. Для минимального углового размера знаков (10 угл. мин.) стабилизация времени опознания наступает при величине яркостного контраста около 0,8 ед., при этом время опознания превышает 1 с.

Анализ качества восприятия параметров по угловому перемещению шкалы («курс») показал, что с увеличением скорости изменения параметра качество восприятия ухудшается, причем степень ухудшения зависит от частоты обновления данных на экране.

Так, затруднения при восприятии информации с курсовой шкалы отмечены для малых и средних скоростей изменения параметра при частоте обновления информации на экране до 30 Гц, для высокой и

максимальной скорости – до 40 Гц. Затруднения в восприятии и оценке параметра курса были связаны с дискретностью перемещения шкалы и её отсчетных элементов, а также возникновением ряда визуальных эффектов («удвоение», «расщепление» символов), наличием стробоскопического эффекта движения шкалы и оцифровки, «размыванием» контуров движущихся элементов.

Затруднения в восприятии параметров при линейном перемещении шкалы («тангаж») и отсчётных элементов на шкале также характеризовались зависимостью от частоты обновления информации и скорости изменения параметра. Искажения восприятия характерны как для малых скоростей изменения параметра при частоте обновления информации на экране – 30 Гц, так и для средних и высоких скоростей изменения параметра – 50 Гц. При максимальной скорости изменения параметра искажения наблюдались при частоте обновления информации на экране – 60 Гц.

Значительные затруднения при восприятии параметров отмечены и при угловом перемещении отсчётного индекса («крен»): для средней скорости изменения параметра при частоте обновления – 30 Гц, для высокой скорости – 40 Гц и максимальной – 70 Гц. Основными причинами затруднений явилось «расщепление» отсчётного элемента («крыло пилотажного символа») и «размывание» его контура.

Обсуждение результатов

Исходя из результатов проведенного исследования, а также действующей нормативно-технической документации, можно сформировать перечень базовых требований к электронным средствам отображения информации, обеспечивающим оптимальные условия восприятия информации с экранов ЖК-индикаторов с учётом особенностей и условий деятельности летчика: разрешающей способности экрана индикатора; угловым размерам знаков и символов; яркостному контрасту изображения и фона; равномерности распределения яркости по рабочему полю экрана; частоте смены информации.

С практической точки зрения важным является тот факт, что в определенном диапазоне недостаточность (не оптимальность) одного из указанных параметров может частично или полностью компенсироваться за счёт увеличения других параметров.

Проведенный анализ экспериментальных результатов позволяет дополнить существующие требования как к экранам ЖК-индикаторов, так и характеристикам отображаемой знако-графической информации. Рекомендуемые значения яркостного контраста знако-графической информации на экране ЖК-индикатора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемые значения яркостного контраста знаков и символов различного углового размера, в зависимости от разрешения экрана индикатора

Характеристики знако- графической информации	Разрешение экрана, пиксели								
	600×480			800×600			1024×780		
Угловой размер знака/ символа (угл. мин.)	30	20	15	30	20	15	30	20	15
Яркостный контраст знака/символа с фоном, (отн. ед.)	0,3	0,8	-	0,3	0,5	1,0	0,3	0,5	1,0

Отсутствие увеличения вероятности опознания знаков с угловым размером 10 угл. мин. на экране с разрешением 1024×768 пикселей может объясняться тем, что для обеспечения читаемости необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров знака, таких как высота, ширина, толщина обводки. В некоторых случаях – при условии увеличения разрешения экрана – уменьшение толщины знаков является нежелательным. Это вызвано необходимостью введения цвета как оптимального кода при отображении информации. Правильная идентификация цвета возможна только при размерах цветовых полей не меньше критических. При их дальнейшем уменьшении цвет поверхностей сильно искажается. Поэтому при использовании цветового кодирования оптимальные размеры знаков рассчитываются, исходя из необходимой толщины штрихов для передачи цвета с соблюдением пропорций знака для прямого/обратного контраста [3, с. 256].

Кроме того, размеры и толщина обводки знаков и символов должны выбираться с учётом особенностей восприятия подвижных шкал и индексов на экране ЖК-индикатора.

При разработке новых средств отображения информации, устанавливаемых в кабинах экипажа перспективных и модернизируемых вертолётов, необходимо закладывать определённый «запас прочности» в части обеспечения эффективного обнаружения и распознавания символов и знаков, учитывая как условия воздействия внешних факторов, так и особенности отображаемой информации (картографический фон, высокая плотность символов, наличие вспомогательных линий, цветовых полей и пр.). К факторам, негативно влияющим на процесс восприятия информации лётчиком с экрана ЖК-индикатора, можно отнести шумы и вибрации при дефиците времени выполнения полётного задания.

Полученные в результате исследования данные об особенностях восприятия лётчиком информации на ЖК-индикаторе могут быть использованы при подготовке требований в техническое задание в части эргономики, предъявляемых к разрешению экрана ЖК-индикатора, яркостному контрасту предъявляемой информации, частоте обновления информации на экране; при проектировании вида отображения

информации лётчику на экране ЖК-индикатора (размер знаков и символов, цветовое кодирование и т.д.); при обучении или переучивании лётного состава на вертолёты, оборудованные современными ЖК-индикаторами; при подготовке нормативно-технической документации в части требований к отображению информации на ЖК-индикаторах в кабинах летательных аппаратов.

Список литературы

1. Бодров В.А. Психология профессиональной деятельности. Теоретические и прикладные проблемы. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006. 623 с. (Серия «Достижения в психологии»).
2. Военная психология. Военно-психологический словарь-справочник / под ред. С.Л. Кандыбовича, Т.В. Разиной. 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Харвест, 2023. 816 с.
3. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 344 с.
4. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 174 с.
5. Лапа В.В., Пономаренко В.А., Чунтул А.В. Психофизиология безопасности полётов. М.: МОО «Ассоциация журналистов, пишущих на правоохранительную тематику»; 2013. 396 с.
6. Обознов А.А. Психическая регуляция операторской деятельности: в особых условиях рабочей среды / под ред. В.А. Бодрова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2003. 182 с.
7. ОСТ 1 00345-87 Система отображения информации в кабинах экипажа. Общие эргономические требования. Взамен ОСТ 1 00345-79. Дата введения 01.01.1989. 17 с.
8. Психологические основы профессиональной деятельности: хрестоматия / сост. В.А. Бодров. М.: ПЕР СЭ; Логос, 2007. 855 с.
9. 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. 868 с.
10. 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. Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. №9. Часть VIII. 164 с.
11. Чунтул А.В. Человек в вертолёте: Психофизиология профессиональной деятельности экипажей современных и перспективных вертолётот. М.: Когито-Центр, 2018. 320 с.
12. Энциклопедический справочник по авиационной эргономике и экологии / Под ред. Г.П. Ступакова, В.Г. Сыроватко, О.Т. Балужева. М.: Издательство ИП РАН, 1997. 512 с., 99 рис., табл.
13. Эргономика в проектировании человеко-машинных систем: учебное пособие / М.В. Найченко; под ред. А.В. Зацепилина. М.: ИД Академии Жуковского, 2023. 500 с.

14. Эргономика в системе проектирования и испытаний вертолётных тренажёров «Ми»: сборник научных работ, посвящённый 15-летию организации подразделения эргономики в ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля». Том 1 / под ред. д.м.н., лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники А.В. Чунтула. М.: Когито-Центр, 2015. 221 с.
15. Эргономика в системе проектирования и испытаний вертолётных тренажёров «Ми»: Том 2. Электронные системы отображения информации современных и перспективных вертолётных тренажёров / под ред. д.м.н., лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники А.В. Чунтула. М.: Когито-Центр, 2015. 112 с.

Об авторах:

ЯЦЕНКО Анастасия Николаевна – руководитель группы, Акционерное общество «Национальный центр вертолётостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова» (АО «НЦВ Миля и Камова») (ул. Гаршина, д. 26/1, рп. Томилино, г.о. Люберцы, Московская обл., 140070), e-mail: nastya.yatsenko@gmail.com

ГЛУШКО Алексей Николаевич – доктор психологических наук, профессор, АНО ВО «Университет мировых цивилизаций им. В.В. Жириновского» (пер. 1-й Басманный, д. 3 стр. 1, г. Москва, 107078), e-mail: aglushko@yandex.ru

ЧУНТУЛ Александр Васильевич – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, профессор Академии военных наук, генеральный директор ООО «Корпорация Русская эргономика и интеллектуальные системы» (Варшавское шоссе, д. 152, корп. 8, кв. 42, г. Москва, 117405), e-mail: creiscorp@yandex.ru

Psychological and ergonomic justification of the requirements for the forming of visual information on the electronic display of the helicopter

A.N. Yatsenko¹, A.N. Glushko², A.V. Chuntul³

¹National helicopter center Mil&Kamov (JSC Helicopters Mil&Kamov), Tomilino, Lyubertsy district, Moscow region

²V.V. Zhirinovskiy University of World Civilizations, Moscow

³LLC Russian Ergonomics and Intelligent Systems Corporation, Moscow

The features of information interaction of aircraft pilots with modern liquid crystal indicators are considered. The process of the perception of graphic information is investigated, depending on its characteristics (angular dimensions of the sign, brightness contrast of the image and background, frequency of updating information on the screen), as well as the resolution of the indicator screen. The practical significance of the research results lies in their application in the design of information display systems and the development of requirements for the characteristics of electronic indicators intended for installation in the cockpits of modern helicopters.

Keywords: *indicator, perception, angular size of the sign, brightness contrast, frequency of information updates.*