

либо произойдет срыв деятельности. Это мы собираемся рассмотреть в наших дальнейших исследованиях, а также разработать так называемый механизм перехода в ресурсное состояние, сопровождающееся эмоциональным напряжением; приводящее к повышению эффективности операторской деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.znakcomplect.ru/ergonomic3.php>.
2. http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/2007/scientificarticles/Mukonina_MV/.
3. Юрьев Г.П., Скоморохов А.А. статья «Применение эгоскопа» <http://www.siata.net.ua/avtor.html>.

Шпаковская Оксана Юрьевна

Научно-образовательный центр систем функциональной диагностики и биообратных связей.

E-mail: amanda82@list.ru.

347900, г. Таганрог, Петровская, 81.

Тел.: 88634311143.

Shpakovskia Oksana Urievna

Science-informative centre of the systems of functional diagnostic and bi-reverses signals.

E-mail: amanda82@list.ru.

81, Petrovskia street, Taganrog, Russia.

Phone: +78634311143.

УДК 004.512

Н.В. Якимович, И.Г. Городецкий, В.М. Бородин

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОВОГО ДАТЧИКА ПАРАМЕТРОВ КАЧКИ КОРАБЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСАДКИ ВЕРТОЛЕТА НА ПОДВИЖНУЮ ПАЛУБУ

Рассмотрены методы и результаты отбора форматов изображений индикаторов параметров качки. Цель испытаний заключалась в оценке точности считывания информации с индикаторов.

Средства отображения информации; светодиодные экраны; форматы индикаторов.

N.V. Yakimovich, I.G. Gorodetskiy, V.M. Borodin

ERGONOMIC RESEARCH OF THE LIGHT GAUGE OF PARAMETERS OF ROLLING OF THE SHIP FOR MAINTENANCE OF LANDING OF THE HELICOPTER ON A MOBILE DECK

In article methods and results of selection of formats of images of indicators of parameters of rolling are described. The test objective consisted in an estimation of accuracy of reading of the information from indicators.

Means of display of the information; light-emitting diode screens; formats of indicators.

Этап посадки летательного аппарата (ЛА) является самым сложным этапом полета. Особенно сложной является посадка в условиях ограниченной взлетно-посадочной полосы и ее нестабильного положения, что имеет место при посадке вертолета на подвижную палубу корабля в условиях качки.

Чтобы помочь пилоту вертолета с ней справиться, разрабатываются специальные приборы – индикаторы качки корабля, которые устанавливаются непосредственно на палубе справа от посадочной площадки.

Цель работы заключалась в проведении эксперимента по изучению точности считывания информации о боковом крене и вертикальном перемещении палубы с индикатора параметров качки ВППл, а также в оценке степени приемлемости выявленной точности считывания информации.

Объектом исследования является индикатор параметров качки ВППл, построенный на основе экрана светодиодного цветного ЭСЦ 2х2.

Цель первого этапа работы заключалась в изучении экспертами предложенных Заказчиком форматов отображения величины и направления бортовой качки, направления и величины вертикального перемещения ВППл и выборе из них наиболее оптимального, с точки зрения эргономики, для дальнейших экспериментальных испытаний.

Исследование проводилось в лабораторных условиях, где были смоделированы условия считывания информации с индикаторов, приближенные к реальным: сумеречное освещение, удаленность индикаторов от испытуемых на 15 м. В ходе эксперимента подлежали сравнению 2 формата подачи информации (формат № 11 и формат № 11А), которые отличались шириной полосок и способом нанесения рисок на шкалы индикатора. В ходе эксперимента регистрировались ответы испытуемых о том, чему равен боковой крен при определенной индикации на шкале бокового крена и чему равен дифферент при определенной индикации на шкале вертикального перемещения палубы.

Предметом экспертизы были 12 вариантов изображений (форматы) индикатора, отличавшиеся друг от друга по следующим параметрам:

- ◆ ширина полей (полос) индикации бортовой качки и вертикального перемещения ВППл;
- ◆ оформление рисок (разметок) и контуров на шкалах индикации бортовой качки и вертикального перемещения ВППл;
- ◆ цветовая окраска полей индикации, контуров и меток шкалы.

Экспертизу проводила группа экспертов с кафедры эргономики и информационно-измерительных систем МАТИ – РГТУ им. К.Э. Циолковского.

В группу выбранных для экспертизы критериев вошли следующие:

1. Информационное наполнение.
2. Когнитивное содержание.
3. Смысловая однозначность.
4. Надежная читаемость.

В качестве основного методического приема проведения экспертизы использовался метод относительного ранжирования форматов по степени их оптимальности отображения параметров качки корабля.

В итоге экспертизы наиболее оптимальным вариантом индикатора параметров качки ВППл среди предложенных вариантов был признан формат под номером 11.

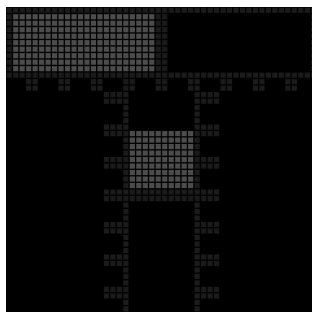


Рис. 1. Формат Ф11

В ходе анализа результатов экспертизы также было отмечено, что можно было бы создать еще более совершенный с точки зрения эргономики формат изображения индикатора параметров качки, чем формат № 11.

В предлагаемом формате можно сохранить все элементы изображения таими, как и в формате № 11, только уменьшить ширину полей индикатора: сделать ширину полос, равной 6 пикселям, вместо 10-ти пикселей.

Новому формату изображения было решено присвоить номер 11А.

Для обозначения опасного бокового крена (более 10-ти градусов) или опасного вертикального перемещения (более 6-ти метров) красным цветом окрашивается все поле индикатора, а не только локальная зона, соответствующая этим значениям.

Цель второго этапа работы заключалась в проведении эксперимента по изучению точности считывания информации о боковом крене и вертикальном перемещении палубы с индикатора параметров качки ВППл, а также в оценке степени приемлемости выявленной точности считывания информации.

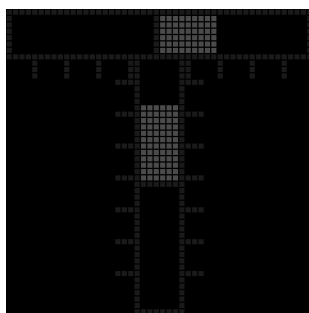


Рис. 2. Формат Ф11.А

Объектом исследования выступал светодиодный экран индикатора ЭСЦ 2х2, который отражает параметры качки взлетно-посадочной площадки палубы: боковой крен и вертикальное перемещение палубы.

Предметом исследования были величины ошибок, которые допускали испытуемые при считывании информации с индикатора ПК ВППл.

Экспериментальное исследование проводилось в лабораторных условиях: на одном конце 15-метрового коридора размещался экран, а на другом его конце – испытуемый.

Задача испытуемого заключалась в том, чтобы правильно считывать показания с экранного индикатора, который отражает параметры качки корабля. На экране индикатора имеются две полосы: горизонтальная и вертикальная.

Горизонтальная полоса предназначена для показа степени бокового крена палубы корабля. Горизонтальная шкала крена имеет разметки по обе стороны от центра, т.е. от нулевого положения крена, которые соответствуют следующим величинам крена:

$$\pm 2^{\circ}; \pm 4^{\circ}; \pm 6^{\circ}; \pm 8^{\circ}; \pm 10^{\circ}.$$

Вертикальная полоса предназначена для показания степени вертикального перемещения палубы (вверх или вниз). Вертикальная шкала имеет следующие разметки по обе стороны от центральной ее точки:

$$\pm 1 \text{ м}; \pm 2 \text{ м}; \pm 3 \text{ м}; \pm 4 \text{ м (точность до 0,5 м)}.$$

Все изображения бокового крена и вертикального перемещения палубы на экране индикатора ПК ВППл генерировались автоматически с компьютера экспериментатора.

Эксперимент проводился в двух режимах:

- 1) динамическом (изображение на экране индикатора постепенно менялось по мере изменения величины крена и вертикального перемещения палубы);
- 2) статическом (испытуемый не имел возможности наблюдать тенденцию в развитии ситуации качки корабля.).

В каждом из этих двух режимов предъявлялось по 40 изображений индикатора.

В результате эксперимента число измерений на каждый формат в определенном режиме составило по всей группе испытуемых 480 измерений, что является вполне достаточной базой данных для выявления тенденций в результатах и оценки степени их достоверности.

Методы статистического анализа были следующими:

- ◆ построение графиков частотного распределения величин допущенных испытуемыми ошибок;
- ◆ расчет описательных статистик (среднего арифметического и среднего квадратичного отклонения);
- ◆ сравнение данных, полученных по разным форматам и по разным режимам, на предмет достоверности различий между ними с помощью t-критерия Стьюдента.

В результатах исследований было установлено, что разброс величин ошибок невелик, и около 90 % данных сосредоточены в диапазоне от 0 до 1,5° (применительно к боковому крену) и в диапазоне от 0 до 1м (применительно к вертикальному перемещению палубы). Существенные отклонения в определении направления крена или дифферента палубы (более 7 единиц) встречаются крайне редко – на уровне 0–1 %.

Таблица 1

Средние арифметические значения величин ошибок при считывании информации

Режим подачи информации	Показатели индикатора	Форматы изображений	
		№ 11	№ 11.А
Динамический режим	Боковой крен палубы	M=0,70 $\sigma=1,58$	M=0,59 $\sigma=0,81$
	Вертикальное перемещение	M=0,44 $\sigma=0,61$	M=0,36 $\sigma=0,34$
Статический режим	Боковой крен палубы	M=0,75 $\sigma=1,52$	M=0,64 $\sigma=1,35$
	Вертикальное перемещение	M=0,45 $\sigma=0,77$	M=0,51 $\sigma=0,92$
По обоим режимам вместе	Боковой крен палубы	M=0,72 $\sigma=1,55$	M=0,62 $\sigma=1,11$
	Вертикальное перемещение	M=0,44 $\sigma=0,69$	M=0,44 $\sigma=0,70$

Из таблицы результатов статистической обработки данных видно, что все средние значения величин ошибок по боковому крену оказались меньше 1 граду-

са, который соответствует $\frac{1}{2}$ цены деления на шкале индикатора. Следовательно, ошибки восприятия крена в среднем не превышают половины цены деления.

Средние значения величин ошибок по вертикальному перемещению палубы оказались не более 0,51м, что тоже практически соответствует $\frac{1}{2}$ цены деления данной шкалы индикатора.

Такую степень ошибочности восприятия (с учетом удаленности экрана на 15 м от испытуемого) можно рассматривать в качестве приемлемого уровня точности считывания информации.

Результаты сравнения степени достоверности различий между форматом № 11 и форматом № 11А в восприятии параметров качки приведены в табл. 2. В таблице использованы следующие сокращения:

БК – боковой крен; ВП – вертикальное перемещение.

Таблица 2

Степень достоверности различий между форматами изображений по различным показателям индикатора

Режим подачи информации	Названия показателей и номера форматов изображений	Величина t-критерия	Уровень значимости
Динамический режим	БК (11) – БК (11.А)	t = 1,38	p = 0,168
	ВП (11) – ВП (11.А)	t = 2,29	p = 0,022
Статический режим	БК (11) – БК (11.А)	t = 1,18	p = 0,239
	ВП (11) – ВП (11.А)	t = - 1,08	p = 0,281

Как видно из табл. 2, точность восприятия параметров качки в формате № 11 не отличается на достоверном уровне от точности восприятия их в формате № 11А. В трех парах показателей из 4-х сравниваемых пар уровень значимости критерия оказался более 5 % ($p > 0,05$), что не позволяет сделать вывод о наличии достоверных различий между форматами. Только в одной паре – это показатели вертикального перемещения (в динамическом режиме) достоверно отличались в разных форматах ($p < 0,05$), что могло бы свидетельствовать о достоверных различиях между форматами по данному показателю. Однако эта гипотеза была выявлена только для динамического режима испытаний и не нашла своего подтверждения в статическом режиме испытаний. Поэтому в целом нельзя сказать, что в формате № 11А вертикальное перемещение распознается достоверно лучше, чем в формате № 11.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: несмотря на то, что средние арифметические значения ошибок восприятия были ниже в формате № 11А, чем в формате № 11, тем не менее эти различия между форматами не являются статистически достоверными, т.е. точность восприятия в формате № 11А несущественно отличается в лучшую сторону от точности восприятия в формате № 11.

Обработка данных, полученных по субъективным оценкам степени психического напряжения при работе с индикатором, дала следующие результаты: средний балл по группе оказался равным 3-м баллам по пятибалльной шкале оценок. Это означает, что большинство испытуемых оценили уровень психического напряжения при работе с индикатором как средний, т.е. сопровождающийся эпизодическими и небольшими затруднениями в считывании и осмыслении информации.

Выводы:

1. Ошибки в считывания информации по индикатору ПК ВППл не превышают половины цены деления как на шкале бокового крена, так и по шкале вертикального перемещения палубы.

2. Индикатор обеспечивает необходимую точность считывания параметров качки корабля при его удаленности на 15 м от реципиента в ночное время суток.
3. Формат № 11А является более предпочтительным, чем формат № 11, в плане точности восприятия параметров качки корабля.
4. По субъективным оценкам испытуемых работа с индикатором ИПК ВППЛ в форматах № 11 и № 11А вызывает средний уровень психического напряжения.
5. Индикатор обеспечивает необходимую точность считывания параметров качки на расстоянии 15 м от реципиента в ночное время суток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Козлов В.В.* Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации. – Научно-исследовательский испытательный центр авиационно-космической медицины и военной эргономики ГНИИИ военной медицины МО РФ. – М., 2002. – 201 с.
2. *Найченко М.В., Турзин П.С., Городецкий И.Г.* Эргономические основы создания человеко-машинных систем. ИЦ МАТИ, 2001. – 564 с.

Городецкий Игорь Георгиевич

МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского.

E-mail: igorodetskyi@yandex.ru.

109240, г. Москва, Берниковская наб., д. 14.

Тел.: +70959150728.

Якимович Надежда Владимировна**Бородин Владимир Михайлович**

E-mail: yakimovich59@gmail.com.

Gorodetsky Igor Georgievich

МАТИ – the Russian state technological university of K.E. Tsiolkovskogo.

E-mail: igorodetskyi@yandex.ru.

14, Bernikovsky emb., Moscow, 109240, Russia.

Phone: +70959150728.

Yakimovich Nadezhda Vladimirovna**Borodin Vladimir Mikhailovich**

E-mail: yakimovich59@gmail.com.