

**ANALYSIS OF ENGINEERING-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TEKTRONIX TBS1072B OSCILLOSCOPE****Alefirenko V.***«Belarus State University of Informatics and Radioelectronics», Ph.D, associate professor, Minsk***Starovoytov A.***«Belarus State University of Informatics and Radioelectronics», master student, Minsk***АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЦИЛЛОГРАФА ТЕКТРОНИХ TBS1072B****Алефиренко В.М.***«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», канд. техн. наук, доцент, г. Минск***Старовойтов А.Ю.***«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистрант, г. Минск***Abstract**

The analysis of sizes and light technical characteristics of the TEKTRONIX TBS1072B oscilloscope control panel for compliance with the requirements of engineering psychology is carried out.

**Аннотация**

В работе проведен анализ размеров и светотехнических характеристик панели управления и компонентов осциллографа *TEKTRONIX TBS1072B* на соответствие требованиям инженерной психологии.

**Keywords:** control measure devices, oscilloscope, control panel, engineering psychology, analysis.

**Ключевые слова:** контрольно-измерительные приборы, осциллограф, панель управления, инженерная психология, анализ.

Контрольно-измерительные приборы относятся к наиболее распространенным видам радиоэлектронных средств, используемых человеком в своей деятельности в различных областях. Выбор потребителем той или иной модели конкретного вида прибора определяется в первую очередь его техническими характеристиками и, в большинстве случаев, происходит без учета характеристик, определяющих его совместимость с человеком-оператором. Несоответствие этих характеристик требованиям инженерной психологии может приводить к несвоевременной реакции оператора на меняющиеся показания и ошибкам при считывании как динамических, так и статических информационных параметров. Поэтому выявление этих несоответствий важно не только для потребителей, но и для разработчиков приборов. Проведение таких исследова-

ний для каждой модели конкретного вида прибора представляется затруднительной задачей, так как предлагаемая методика [1] достаточно объемна, включает в себя много аспектов и требует тщательной подготовки исходных данных, определяющих конкретные условия работы с прибором. Поэтому в [2] предлагается провести классификацию приборов по категориям и группам, выбрать конкретную группу приборов, провести предварительный анализ различных моделей каждой группы и выбрать для дальнейших исследований типовой представитель. Осциллографы являются одним из наиболее распространенных видов контрольно-измерительных приборов, позволяющих не только измерять параметры сигналов, но и наблюдать их форму. Типовым представителем осциллографов является модель *TEKTRONIX TBS1072B* [2, 3], внешний вид которой представлен на рисунке 1.

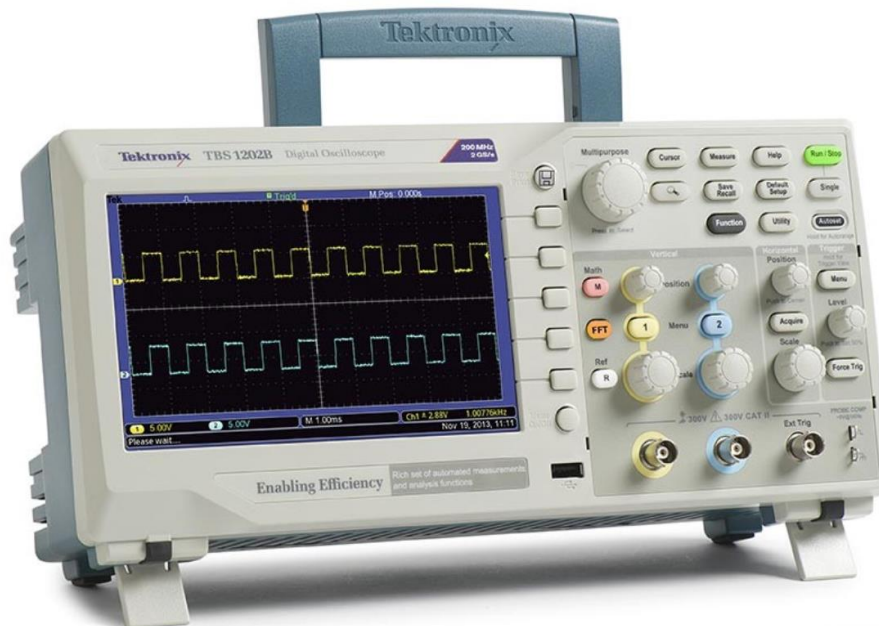


Рисунок 1. Осциллограф цифровой Tektronix TBS1072B

Анализ соответствия панели управления (ПУ) прибора требованиям инженерной психологии включает в себя:

- расчет размеров ПУ;
- расчет размеров компонентов ПУ;
- расчет светотехнических характеристик компонентов.

Результаты анализа в значительной степени будут зависеть от правильности подготовки и обоснования исходных данных, используемых для расчетов.

Исходные данные условно можно разделить на три группы [4, 5]:

- данные, определяемые возможностями самого оператора по приему и переработке информации;
- данные, определяемые условиями работы оператора с конкретным прибором;
- данные, относящиеся к самому прибору.

К первой группе исходных данных относятся:

- угловые размеры соответствующих зон обзора оператора;
- оперативный угол зрения оператора;
- объем зрительного восприятия;
- пределы контраста.

Условно все поле зрения можно разбить на три зоны: центрального зрения ( $4-10^\circ$ ), где возможно наиболее четкое различение деталей; ясного видения ( $30-35^\circ$ ), где при неподвижном глазе можно опознать предмет без различения мелких деталей; периферического зрения ( $75-90^\circ$ ), где предметы обнаруживаются, но не опознаются. Зона периферического зрения играет большую роль при ориентации во внешней обстановке. Объекты, находящиеся в этой зоне, легко и быстро могут быть перемещены в зону ясного видения с помощью установочных движений (скачков) глаз и головы [4, 5].

Для зоны периферического зрения оператора по горизонтали для расчетов примем  $90^\circ$ , а по вертикали  $75^\circ$ , учитывая, что нет ограничений по условиям работы оператора с прибором [4, 5].

Объем зрительного восприятия определяется числом объектов, которые может охватить и запомнить человек в течение одной зрительной фиксации. При предъявлении не связанных между собой объектов объем зрительного восприятия составляет 4-8 элементов. Следует отметить, что объем воспроизведенного материала определяется не столько объемом восприятия, сколько объемом памяти. В зрительном образе может отражаться значительно большее число объектов, однако они не могут быть воспроизведены из-за ограниченного объема памяти. Следовательно, практически важно учитывать не столько объем восприятия, сколько объем памяти. Для нормальной работы оператора необходимо, чтобы в центральное поле зрения, ограниченное углом  $4-10^\circ$ , попадало не более  $6 \pm 2$  элемента [4, 5].

Для расчетов величину угла оперативного поля зрения примем равной  $5^\circ$ , а количество компонентов, попадающих в поле зрения оператора при одномоментном взгляде на ПУ, равным 5.

Остротой зрения называется способность глаза различать мелкие детали предметов. Она определяется величиной, обратной тому минимальному угловому размеру предмета в минутах, при котором он различим глазом. Угол зрения равный  $1'$  единице остроты зрения. Острота зрения зависит от уровня освещенности, расстояния до рассматриваемого предмета, его положения относительно наблюдателя и возраста наблюдателя [4, 5].

Для дальнейших расчетов допустимый угловой размер простых знаков примем  $15'$ , для сложных знаков –  $30'$ . За простые знаки принимаем символичные значения, а за сложные – различные изображения или комплекс знаков.

Все исходные данные, относящиеся к первой группе, представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Инженерно-психологические характеристики оператора**

Наименование	Обозначение	Величина
Периферическое зрение оператора по горизонтали	$\alpha_{\Gamma}$	90°
Периферическое зрение оператора по вертикали	$\alpha_{\text{В}}$	75°
Величина угла оперативного поля зрения	$\alpha_{\text{ПЗ}}$	5°
Количество компонентов, попадающих в поле зрения оператора	$N_{\text{ПЗ}}$	5
Допустимый угловой размер простых знаков	$\alpha_{\text{ПЗ}}$	15'
Допустимый угловой размер сложных знаков	$\alpha_{\text{СЗ}}$	30'

Ко второй группе исходных данных относятся:

- расстояние до ПУ;
- минимальная и максимальная освещенность рабочего места оператора;
- сила источника освещения рабочего места оператора;
- расстояние от источника света до рабочего места оператора;
- угол, под которым освещается рабочее место оператора источником освещения;
- факторы, влияющие на работу оператора (шум, вибрации, влажность, температура, давление, электромагнитные и ионизирующие излучения) и др.

Расстояние до ПУ прибора может меняться в зависимости от остроты зрения и привычек оператора. Расстояние до ПУ определяется зонами досягаемости рук оператора или реальным рабочим расстоянием, с которого ведется работа с прибором.

При минимальном приближении оператора до ПУ расстояние составляет 0,2 м. Максимальное расстояние работы с прибором – это расстояние вытянутой руки, которое составляет 0,6 м [4, 5].

Для дальнейших расчетов примем усредненное комфортное рабочее расстояние до ПУ равное 0,5 м.

Для выбора уровня внешней освещенности необходимо определить, где могут размещаться выбранные приборы. Осциллографы, в основном, размещаются в закрытых помещениях в рабочих кабинетах, где средняя освещенность составляет от 300 лк до 500 лк [6, 7]. Для расчетов принимаем минимальную и максимальную освещенность соответственно 300 лк и 500 лк.

Исходные данные для анализа ПУ, определяемые условиями работы оператора, представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Исходные данные, определяемые условиями работы оператора**

Наименование	Обозначение	Величина
Расстояние до панели управления	$l$	0,5 м
Максимальная освещенность	$E_{\text{min}}$	500 лк
Минимальная освещенность	$E_{\text{max}}$	300 лк

К третьей группе исходных данных относятся:

- размеры ПУ;
- размеры компонентов ПУ;
- количество компонентов на ПУ;

– цветовые характеристики компонентов ПУ (коэффициенты отражения);

– число знаков индикаторного устройства.

Некоторые исходные данные, относящиеся к самому осциллографу, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Исходные данные, относящиеся к самому осциллографу**

Наименование прибора	Высота, мм	Ширина, мм	Количество компонентов, шт	Количество знаков дисплея расположенных по	
				вертикали, $N_{\text{В}}$ , шт	горизонтали $N_{\text{Г}}$ , шт
Осциллограф цифровой <i>Tektronix TBS1072B</i>	158,0	326,3	43	31	57

Коэффициент отражения показывает, какая часть падающего на поверхность светового потока отражается ею. Он зависит от цвета поверхности и качества ее обработки. Для полированных и глянцевых поверхностей коэффициент отражения будет зависеть еще и от угла падающего и отраженного света. Значения коэффициентов поверхностей различного цвета приведены в [8, 9].

Максимально допустимый размер ПУ исходя из горизонтального и вертикального угловых размеров зоны периферического зрения оператора и заданного расстояния  $l$  до ПУ определяется по следующим формулам [2, 4]:

$$L_{\text{ПУ max}} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\Gamma}}{2} \quad (1)$$

$$H_{\text{ПУ max}} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{В}}}{2} \quad (2)$$

$$S_{\text{ПУ max}} = L_{\text{ПУ max}} \cdot H_{\text{ПУ max}} \quad (3)$$

где  $l$  – расстояние до ПУ;

$\alpha_{\Gamma}$  – горизонтальный угол периферического зрения;

$\alpha_{\text{В}}$  – вертикальный угол периферического зрения.

Минимально допустимые размеры ПУ определяются исходя из объема оперативной памяти и оперативного (центрального) поля зрения оператора.

Площадь оперативного поля зрения может быть определена по формуле:

$$S_{ПЗ} = h \cdot h = \left(2 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_{ПЗ}}{2}\right)^2 \quad (4)$$

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

Тогда минимальная площадь ПУ, удовлетворяющая требованиям инженерной психологии, может быть определена как:

$$S_{ПУ \min} = \frac{N}{N_{ПЗ}} \cdot S_{ПЗ} \quad (5)$$

где  $N$  – количество компонентов, расположенных на ПУ, шт;

$N_{ПЗ}$  – объем оперативной памяти оператора.

В количество принятых для расчетов компонентов входят следующие:

- разъемы;
- индикаторы;

- дисплей;
- количество кнопок и надписей предназначения кнопки;
- фирменный знак или название производителя;
- название модели прибора.

Кнопка и надпись предназначения кнопки считается как один компонент, в независимости от того, где располагается надпись (на кнопке, под или над ней).

В соответствии с требованиями инженерной психологии для обеспечения оптимального восприятия компонента фактическая площадь ПУ должна лежать в пределах:

$$S_{ПУ \min} \leq S_{ПУ \Phi} \leq S_{ПУ \max} \quad (6)$$

Результаты расчетов, проведенные по формулам (1) – (5), представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Результаты расчетов размеров ПУ осциллографа**

Наименование прибора	$N$ , шт	$L_{ПУ \max}$ , мм	$H_{ПУ \max}$ , мм	$S_{ПУ \min}$ , мм <sup>2</sup>	$S_{ПУ \Phi}$ , мм <sup>2</sup>	$S_{ПУ \max}$ , мм <sup>2</sup>
Осциллограф Tektronix TBS1072B	43	1000	767,32	16394	51555,4	767320

Как видно из таблицы фактические размеры панели управления прибора лежат в требуемых пределах, что говорит о полном соответствии размера ПУ требованиям инженерной психологии.

Размеры каждого отдельного компонента ПУ (надписей, символов, знаков) должны быть такими, чтобы с заданного до ПУ расстояния человек-оператор мог безошибочно их распознавать и своевременно считывать информацию с индикаторов и надписей.

Требуемая высота знака зависит как от расстояния до него, так и от освещенности. Для расчета минимально допустимой высоты простого и сложного знаков используется формула [2, 4]:

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

где  $l$  – расстояние до ПУ, мм;  
 $\alpha_3$  – допустимый (минимальный) угловой размер знака, град.

Для расчета минимальной допустимой ширины простого и сложного знаков используется формула [2, 4]:

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

где  $F$  – формат знака (обычно  $F = 2/3, 3/5, 5/7...$ );

$H_{3 \min}$  – минимально допустимая высота простого и сложного знаков.

Результаты расчетов размеров компонентов (надписей) ПУ осциллографа *TEKTRONIX TBS1072B* представлены в таблице 5. Для сравнения были выбраны наименьшие по размерам знаки.

Таблица 5

**Фактические и минимально допустимые размеры надписей ПУ**

Наименование прибора	Тип знака	Фактическая высота знака, $H_{3 \Phi}$ , мм	Минимально допустимая высота знака, $H_{3 \min}$ , мм	Фактическая ширина знака, $B_{3 \Phi}$ , мм	Минимально допустимая ширина знака, $B_{3 \min}$ , мм	Проверка выполнения условия
Осциллограф Tektronix TBS1072B	простой	2,2	2,2	2	1,47	Выполняется
	сложный	3	4,4	3	2,93	Не выполняется

Как видно из таблицы высота сложных знаков осциллографа не соответствует требованиям инженерной психологии.

Расчет минимальных размеров индикаторного устройства для простых и сложных знаков проводится по формулам [2, 4]:

$$H_{и \min} = 1,5 \cdot (N_{В} + 1) \cdot H_{3 \min} \quad (9)$$

$$B_{и \min} = 1,5 \cdot (N_{Г} + 1) \cdot B_{3 \min} \quad (10)$$

где  $N_{В}$  и  $N_{Г}$  – число знаков индикаторного устройства, расположенных соответственно по вертикали и горизонтали;

$H_{3 \min}$  – минимально допустимая высота простого и сложного знаков;

$B_{3 \min}$  – минимально допустимая ширина простого и сложного знаков.

Результаты расчетов размеров индикаторного устройства (дисплея) осциллографа *TEKTRONIX TBS1072B* представлены в таблице 6.

Фактические и минимально допустимые размеры дисплея

Наименование прибора	Фактические размеры дисплея		Количество знаков дисплея по		Минимально допустимая высота дисплея для показа		Минимально допустимая ширина дисплея для показа	
	высота, $H_{ИФ}$ , мм	ширина, $B_{ИФ}$ , мм	вертикали, $N_V$ , шт	горизонтали, $N_H$ , шт	простого знака, $H_{И min}$ , мм	сложного знака, $H_{И min}$ , мм	простого знака, $B_{И min}$ , мм	сложного знака, $B_{И min}$ , мм
Осциллограф <i>Tektronix</i> <i>TBS1072B</i>	93,6	155	31	57	105,6	211,2	127,91	254,91

В результате сравнения фактических значений размеров дисплея и рассчитанных минимально допустимых, можно отметить, что размеры дисплея не соответствуют требованиям инженерной психологии даже для простых знаков.

На ПУ осциллографа располагается достаточно большое количество различных компонентов, как пассивных, так и активных (светящихся). Согласно требованиям инженерной психологии, все они должны иметь не только соответствующие размеры, проанализированные выше, но и хорошо выделяться на фоне при соответствующей освещенности, то есть они должны иметь соответствующий контраст по отношению к фону.

В соответствии с требованиями инженерной психологии для обеспечения оптимального восприятия компонента (предмета) на некотором фоне необходимо обеспечить контрастность в пределах [2, 3]:

$$0,6 \leq K \leq 0,95 \quad (11)$$

где  $K$  – коэффициент контраста.

При этом различают прямой контраст, когда предмет темнее фона, и обратный контраст, когда предмет светлее фона.

Для прямого и обратного контраста коэффициент контраста определяется по формулам [3]:

$$K_{\Pi} = (V_{\Phi} - V_{\Pi}) / V_{\Phi}, \quad (12)$$

$$K_{O} = (V_{\Pi} - V_{\Phi}) / V_{\Pi}, \quad (13)$$

где  $V_{\Phi}$  – яркость фона, кд/м<sup>2</sup>

$V_{\Pi}$  – яркость предмета (компонента, надписи, индикатора), кд/м<sup>2</sup>.

В общем случае яркость предмета или фона может состоять из двух составляющих – яркости отражения  $V_O$  и яркости излучения  $V_{И}$  [3]:

$$V_{\Pi}(\Phi) = V_O + V_{И}. \quad (14)$$

Для пассивных (несветящихся) компонентов  $V_{\Pi} = V_O$ , для активных (светящихся) компонентов  $V_{\Pi} = V_O + V_{И}$ .

Яркость отражения  $V_O$  определяется уровнем внешней освещенности данной поверхности и ее отражающими свойствами:

$$V_O = \frac{E \cdot \rho}{\pi} \quad (15)$$

где  $E$  – освещенность поверхности, кд/м<sup>2</sup>,

$\rho$  – коэффициент отражения поверхности.

Яркость излучения  $V_{И}$  определяется силой света источника излучения и величиной площади светящейся поверхности:

$$V_{И} = \frac{I}{S \cdot \cos \beta} \quad (16)$$

где  $I$  – сила источника освещения в рассматриваемом направлении;

$S$  – площадь светящейся поверхности;

$\cos \beta$  – угол, под которым видна светящаяся поверхность наблюдателю (угол между нормалью к светящейся поверхности и рассматриваемым направлением).

Условие (11) для любых пассивных компонентов ПУ, обладающих как прямым, так и обратным контрастом, является необходимым, но еще недостаточным для оптимального восприятия их оператором. Оптимальное восприятие зависит и от углового размера компонента, который вместе с освещенностью определяет уровень порогового контраста  $K_{ПОР}$  [4, 5].

Пороговый контраст характеризует предельно возможное для глаза различие между яркостями предмета и фона для данной освещенности, и размера (высоты) предмета. Оперативный порог должен быть в 10-15 раз больше предельно возможного, то есть:

$$K_{\Pi}, K_{O} \geq (10-15) \cdot K_{ПОР} \quad (17)$$

Величина порогового контраста  $K_{ПОР}$  определяется по графику [4, 5] для соответствующих значений яркости фона  $V_{\Phi}$ , рассчитанной по формулам (12) и (13), и углового размера компонента (знака), рассчитанного по формуле:

$$\alpha_3 = 2 \cdot \arctg \frac{H_3}{2l} \quad (18)$$

где  $H_3$  – высота компонента ПУ;












$l$  – расстояние до ПУ.

Расчет по формуле (18) может проводиться не для всех компонентов, а только для компонента с минимальным угловым размером (минимальной высотой). Если для такого компонента условие (17) будет выполнено, то для остальных компонентов, имеющих больший размер, оно будет выполнено тем более. Если для минимального компонента условие (17) не будет выполнено, то далее проводится расчет для другого ближайшего по размерам компонента. Такой подход позволит сократить объем вычислений без потери информации, на основании которой будет проводиться анализ.

В таблице 7 представлены результаты проведенных расчетов коэффициента контраста пассивных компонентов ПУ осциллографа при минимальной освещенности. В таблице отображены только те компоненты, у которых, рассчитанный коэффициент контраста выше или ниже допустимого значения для оптимального восприятия компонента оператором. Названия цветов взяты из [10, 11].

Таблица 7

**Результаты расчета светотехнических характеристик пассивных компонентов ПУ при минимальной освещенности 300 лк**

Компонент	Наименование цвета компонента	Наименование цвета фона	Коэффициент отражения компонента, $\rho_{\text{комп}}, \text{ЛК}$	Коэффициент отражения фона, $\rho_{\text{фона}}, \text{ЛК}$	Коэффициент контраста, $K$
<b>Органы управления</b>					
	Лесной волк	Лесной волк	0,683	0,683	–
	Лесной волк	Лесной волк	0,683	0,683	–
	Лесной волк	Лесной волк	0,683	0,683	–
	Фисташковый	Лесной волк	0,775	0,683	0,12
	Лесной волк	Лесной волк	0,683	0,683	–
	Амарантово-розовый	Агатовый серый	0,461	0,473	0,03
	Красный песок	Агатовый серый	0,587	0,473	0,19
	Жемчужно-белый	Агатовый серый	0,784	0,473	0,40
	Лесной волк	Агатовый серый	0,683	0,473	0,31
	Фисташковый	Агатовый серый	0,775	0,473	0,39
	Лесной волк	Агатовый серый	0,683	0,473	0,31
	Светлый синий	Агатовый серый	0,637	0,473	0,26
	Лесной волк	Агатовый серый	0,683	0,473	0,31
	Фисташковый	Агатовый серый	0,775	0,473	0,39
	Светлый синий	Агатовый серый	0,637	0,473	0,26
	Серый	Агатовый серый	0,216	0,473	0,54
	Агатовый серый	Агатовый серый	0,473	0,473	–
<b>Надписи</b>					
	Умеренный пурпурно-синий	Лесной волк	0,053	0,683	0,92
	Серебристо-серый	Лесной волк	0,291	0,683	0,57
	Черный	Лесной волк	0,03	0,683	0,96
	Белый	Мышино-серый	0,95	0,141	0,85
	Черный	Фисташковый	0,03	0,775	0,96
	Черный	Агатовый серый	0,03	0,473	0,94
	Белый	Сигнальный серый	0,95	0,313	0,67

Как видно из таблицы, нарушение требований инженерной психологии по контрасту наблюдается у большинства компонентов. Но для надписей несоответствий коэффициентов контрастов требованиям инженерной психологии не выявлено.

Далее была проведена проверка выполнения условия порогового контраста (17). Условие порогового контраста можно считать выполненным для всех компонентов, если они выполняются для компонента с минимальным  $V_f$  и минимальным  $\alpha_3$ . Для таких компонентов были рассчитаны их угловые

размеры, под которыми они видны оператору с рабочего расстояния, и по их значениям и соответствующими значения яркости фона вокруг этих компонентов  $V_f$ , рассчитанных по формуле (14), по графику [4, 5] определены значения порогового контраста  $K_{пор}$ , а затем соответствующие значения  $N = K / K_{пор}$  для проверки выполнения условия (17). Значения пороговых контрастов и результаты проверки выполнения условия представлены в таблице 8.

Таблица 8

Значения пороговых контрастов и проверка выполнения условия

Компонент	Коэффициент отражения фона, $\rho_{фон}$ , лк	Коэффициент контраста компонента, $K$	Минимальная освещенность, лк	Яркость фона, $V_f$ , кд/м <sup>2</sup>	Угловые размеры компонентов, $\alpha_3$ , мин	Величина порогового контраста, $K_{пор}$	Проверка выполнения условия, $K / K_{пор} \geq 10$
Multipurpose	0,683	0,96	300	65,25	15,12	0,06	Выполняется
Function	0,141	0,85	300	13,47	15,12	0,075	Выполняется
Run / Stop	0,775	0,94	300	74,04	15,12	0,05	Выполняется
Position	0,473	0,96	300	45,19	15,12	0,065	Выполняется

Как видно из результатов, представленных в таблице 8, условие порогового контраста для всех рассмотренных компонентов выполняется.

Таким образом, в результате анализа типового представителя осциллографов модели *TEKTRONIX TBS1072B* было выявлено, что размеры сложных знаков ПУ, размеры дисплея для простых знаков и коэффициенты контрастов большинства компонентов ПУ не соответствуют требованиям инженерной психологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алефиренко, В. М. Методы анализа эргономических, инженерно-психологических и эстетических характеристик технических средств / Алефиренко В. М, Старовойтов А. Ю. // Danish Scientific Journal. – 2019. – Vol. 1, № 31. – С. 45 – 50.
2. Алефиренко, В. М. Выбор технических средств для анализа инженерно-психологических, эргономических и эстетических характеристик / В. М. Алефиренко, А. Ю. Старовойтов // Danish Scientific Journal. – 2020. – Vol. 1, № 37. – С. 64 – 71.
3. TBS1072B, Осциллограф цифровой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/product/tbs1072b-2>.

4. Основы инженерной психологии: учеб. для тех. вузов / Б.А. Душков [и др.]; под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Высш. шк., 1986. – 448 с.

5. Справочник по инженерной психологии / С.В. Борисов [и др.] ; под ред. Б.Ф. Ломова. – М. : Машиностроение, 1982. – 368 с.

6. Нормы освещения [Электронный ресурс] / Топ-свет. – Режим доступа: <https://top-svet.ru/info/lighting-guidelines/>.

7. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105707>.

8. Сурженко, А.Е. Декоративные малярные работы / А.Е. Сурженко, Н.А. Сорокатый. – Минск. – 1969. – 62 с.

9. Шестнадцатеричные Цветовые Схемы, Графики, Палитры и Преобразования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://encycolorpedia.ru/50622c>. –

10. Инструмент для подбора цветов и генерации цветовых схем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://colorscheme.ru/color-names.html>

11. ONLINE IMAGE COLOR PICKER [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pintools.com/image-color-picker>.