

АНАЛИЗ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕРМИНАЛОВ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

*Рыжковская Маргарита Сергеевна,
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь*

E-mail: margushanew@gmail.com

*Алефиренко Виктор Михайлович,
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь*

E-mail: alefirenko@bsuir.by

Аннотация. В работе проведен расчет контрастов компонентов панелей управления типовых видов биометрических терминалов систем контроля доступа с учетом инженерно-психологических характеристик оператора, параметров компонентов и внешней освещенности.

Ключевые слова: системы контроля доступа, биометрические терминалы, светотехнические характеристики, анализ.

Одним из компонентов систем контроля доступа являются биометрические терминалы. Современный рынок биометрических терминалов систем контроля доступа (БТСКД) представлен широким спектром различных моделей, многие из которых с точки зрения инженерно-психологических характеристик не соответствуют требованиям. Одной из таких характеристик являются светотехнические, определяющие правильность восприятия оператором информации с панели управления терминала и правильность ввода информации при различных меняющихся уровнях внешней освещенности.

Анализ светотехнических характеристик предусматривает проведение следующих расчетов:

- определение прямых или обратных контрастов пассивных компонентов панели управления БТСКД с учетом уровня внешней освещенности;
- определение обратных контрастов активных (светящихся) компонентов панели управления БТСКД с учетом максимального и минимального уровней внешней освещенности;
- определение порогового контраста яркости для пассивных компонентов панели управления БТСКД с учетом их угловых размеров.

В соответствии с требованиями инженерной психологии для обеспечения

SCIENCE TIME

оптимального восприятия компонента (предмета) оператором на некотором фоне необходимо обеспечить контрастность в пределах [1,2]:

$$0,6 \leq K \leq 0,95, \quad (1)$$

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

$$K_{\Pi} = (B_{\Phi} - B_{\Pi}) / B_{\Phi}, \quad (2)$$

$$K_{O} = (B_{\Pi} - B_{\Phi}) / B_{\Pi}, \quad (3)$$

где B_{Φ} – яркость фона, кд/м²;

B_{Π} – яркость предмета (компонента, надписи, индикатора), кд/м².

В общем случае яркость предмета или фона может состоять из двух составляющих – яркости отражения B_O и яркости излучения $B_{И}$:

$$B_{\Pi(\Phi)} = B_O + B_{И}. \quad (4)$$

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

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

$$B_O = \frac{E \cdot \rho}{\pi}, \quad (5)$$

где E – освещенность поверхности, лм/м²;

ρ – коэффициент отражения поверхности.

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

$$B_{И} = \frac{I}{S \cdot \cos \beta}, \quad (6)$$

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, в расчетах принимается $\beta=0$).

Условие (1) для любых пассивных компонентов панели управления, обладающих как прямым, так и обратным контрастом, является необходимым, но еще недостаточным для оптимального восприятия их оператором. Оптимальное восприятие зависит также и от углового размера компонента, который вместе с освещенностью определяет уровень порогового контраста. Пороговый контраст характеризует предельно возможное для глаза различие между яркостями предмета и фона для данной освещенности и размера (высоты) компонента. Оперативный порог должен быть в 10...15 раз больше предельно возможного (порогового), то есть

$$K_{П}, K_{О} \geq (10...15)K_{ПОР}. \quad (7)$$

Величина порогового контраста $K_{ПОР}$ определяется по графику [2] для соответствующих значений яркости фона B_{Φ} , рассчитанных по формулам (4) или (5), и угловых размеров компонентов (знаков), рассчитанных по формуле

$$\alpha_3 = 2 \operatorname{arctg} \frac{H_3}{2l}, \quad (8)$$

где H_3 – высота компонента (знака);

l – расстояние до компонента (панели управления).

Расчет по формуле (8) может проводиться не для всех компонентов, а только для компонента с минимальным угловым размером (минимальной высотой). Если для такого компонента условие (7) будет выполнено, то для остальных компонентов, имеющих больший размер, оно будет выполнено и тем более. Если для минимального компонента условие (7) 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.

Как видно из приведенных формул, результаты анализа в значительной степени будут зависеть от правильности подготовки и обоснования исходных данных, используемых для расчетов.

Для светотехнического анализа использовались следующие исходные

данные:

- расстояние до панели управления;
- минимальная и максимальная освещенность рабочего места оператора;
- размеры компонентов панели управления;
- коэффициенты отражения поверхности панели управления и компонентов;
- яркость или сила света индикаторов;
- размеры (площадь) индикаторов.

Расстояние до панели управления БТСКД может меняться в зависимости от остроты зрения и привычек оператора. Это расстояние определяется зонами досягаемости рук оператора или реальным рабочим расстоянием, с которого ведется управление устройством или считывание информации с него. При минимальном приближении оператора к БТСКД расстояние составляет 0,2 м. При меньшем расстоянии ухудшается фокусировка зрительного анализатора оператора. Максимальное расстояние работы с БТСКД – это расстояние вытянутой руки, которое составляет 0,6м. Для расчетов примем усредненное рабочее расстояние до панели управления БТСКД равным 0,5м.

Для выбора уровня внешней освещенности необходимо определить, где могут размещаться БТСКД. Такие терминалы размещаются на входе в здание, фойе, коридорах, холлах, кабинетах, офисах, лестничных клетках (этажах), помещениях сейфовой комнаты, лифтах и др. Средняя освещенность для данных объектов представлена в таблице 1 [3].

Таблица 1

Средняя освещенность объектов размещения БТСКД

Освещаемые объекты	Средняя освещенность, лк
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы представительства	300
Вход в здание в дневной время суток (день под безоблачным небом)	2000
Вход в здание в ночное время суток	15
Фойе, в административных зданиях	150
Коридоры, холлы	75
Лестничная клетка	60
Лифты	100
Помещение сейфовой комнаты	150

Исходя из таблицы, для расчетов принимаем минимальную и максимальную освещенность соответственно 15 и 2000 лк.

Коэффициент отражения показывает, какая часть падающего на поверхность светового потока отражается ею. Он зависит от цвета поверхности

и качества ее обработки. Для полированных или глянцевых поверхностей коэффициент отражения будет зависеть от угла падающего и отраженного света. Значения коэффициентов поверхностей различного цвета приведены в [4,5].

В БТСКД используют три цвета светодиодов: красный, синий и зеленый. Сила света данных диодов представлена в таблице 2. В БТСКД также используются жидкокристаллические дисплеи, которые не излучают свет. Исходные данные, используемые для расчетов, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для анализа светотехнических характеристик

Наименование	Обозначение	Величина
Расстояние до пульта управления	l	0,5 м
Сила света светоизлучающих точечных диодов, красного свечения	I	3мКд
Сила света светоизлучающих точечных диодов, зеленого свечения	I	7мКд
Сила света светоизлучающих точечных диодов, синего свечения	I	5мКд

Для анализа было рассмотрено более 100 моделей различных видов БТСКД 7 ведущих производителей, таких как Anviz, ZKTeco, Suprema, Nitgen и др. Большое разнообразие используемых в настоящее время БТСКД затрудняет проведение анализа каждого его вида. Поэтому предварительно был проведен анализ БТСКД по таким критериям, как количество составляющих (дисплей, клавиатура, считыватель бесконтактных карт, биометрический идентификатор), расположение составляющих (вертикально, вертикально и горизонтально), форма (квадратная, прямоугольная вертикальная, прямоугольная горизонтальная, неправильная) [6]. В результате анализа для исследований были выбраны следующие БТСКД, каждый из которых представлял собой некоторый типологический вид, отличающийся от других видов, но имеющий сходство по рассмотренным критериям в своем виде: Suprema BioEntry Plus, ZKTeco X7, ZKTeco ICLOCK 680, Anviz T60, Suprema BioStation, ZKTeco F702, Nitgen NAC2500 (рисунок 1–3).

SCIENCE TIME



Рис. 1 Типологические виды БТСКД по количеству составляющих:

- а – терминал с двумя составляющими (Suprema BioEntry Plus, составляющие: считыватель и биометрический идентификатор);
- б – терминал с тремя составляющими (ZKTeco X7, составляющие: клавиатура, считыватель, биометрический идентификатор);
- в – терминал с четырьмя составляющими (ZKTeco ICLOCK 680, составляющие: считыватель, биометрический идентификатор, клавиатура и дисплей)



Рис. 2 Типологические виды БТСКД по расположению составляющих:

- а – вертикально (Anvis T60, составляющие расположены сверху вниз: клавиатура, идентификатор и считыватель);
- б – вертикально и горизонтально (Suprema BioStation, составляющие расположены сверху вниз слева: экран, клавиатура и сверху вниз справа: идентификатор и считыватель)



Рис. 3 Типологические виды БТСКД по форме:
 а – квадратная (ZKTeco F702);
 б – прямоугольная вертикальная (Nigten NAC2500)

В таблице 3 представлены результаты проведенных расчетов коэффициента контраста пассивных компонентов панелей управления типологических видов БТСКД при минимальной освещенности. В таблице 4 представлены результаты проведенных расчетов коэффициента контраста активных компонентов панелей управления типологических видов БТСКД при минимальной и максимальной освещенности. В данных таблицах отображены только те компоненты, у которых рассчитанный коэффициент контраста выше или ниже допустимого значения для оптимального восприятия компонента оператором.



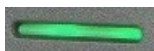





Как видно из таблиц, нарушение требования инженерной психологии по контрасту наблюдается у органов индикации как в пассивном, так и в активном режиме у всех типологических видов БТСКД. Также выявлено несоответствие коэффициента контраста требованиям инженерной психологии у надписей и кнопок, которые несут важную функцию управления окном меню, биометрических терминалов ZKTeco ICLOCK 680, Suprema BioStation, ZKTeco F702, Nigten NAC 2500. Эти нарушения могут привести к определенным затруднениям при работе с данными терминалами.

Далее была проведена проверка выполнения условия порогового контраста (7). Условие порогового контраста можно считать выполненным для всех компонентов, если оно выполняется для компонента с минимальным α_3 и минимальным V_ϕ . Для таких компонентов каждого типологического вида БТСКД были рассчитаны их угловые размеры, под которыми они видны оператору с рабочего расстояния, и по их значениям и соответствующим значениям яркости фона вокруг этих компонентов V_ϕ , рассчитанных по формуле (4), по графику [2] определены значения порогового контраста $K_{ПОР}$, а

затем соответствующие значения $N = K / K_{\text{пор}}$ для проверки выполнения условия (7).

Таблица 3

**Результаты расчета светотехнических характеристик
пассивных компонентов панели управления
типологических видов БТСКД
при минимальной освещенности 15 лк**

Название компонента	Обозначение компонента	Коэффициент отражения компонента $\rho_{\text{комп}}, \text{ЛК}$	Коэффициент отражения фона, $\rho_{\text{фона}}, \text{ЛК}$	Яркость предмета, $V_{\text{п}}, \text{кд/м}^2$	Яркость фона, $V_{\text{ф}}, \text{кд/м}^2$	Коэффициент контраста, K
SUPREMA BIOENTRY PLUS						
Биометрический индентификатор		0,35	0,2	1,67	0,95	0,42
ZKTECO X7						
Биометрический индентификатор		0,3	0,2	1,4	0,95	0,33
Индикатор		0,3	0,2	1,4	0,95	0,33
ZKTECO ICLOCK 680						
Все кнопки белого цвета		0,9	0,04	4,29	0,19	0,9555
Все надписи белого цвета над кнопками		0,9	0,04	4,29	0,19	0,9555
Все надписи и обозначения на		0,04	0,9	0,19	4,29	0,9555
SUPREMA BIOSTATION						
Надписи и обозначения на всех кнопках		0,9	0,04	4,29	0,19	0,9555
Биометрический индентификатор		0,35	0,15	1,67	0,72	0,57

SCIENCE TIME

Продолжение таблицы 3




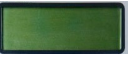





ZKTECO F702						
Все светло-серые кнопки на сером фоне		0,6	0,42	2,86	2,01	0,3
NIGTEN NAC 2500						
Кнопка Вкл./Выкл.		0,25	0,17	1,19	0,81	0,32
Надпись		0,25	0,17	1,19	0,81	0,32
Дисплей		0,12	0,17	0,57	0,81	0,29
Биометрический идентификатор		0,1	0,17	0,47	0,81	0,41


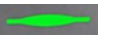










Таблица 4

Результаты расчета светотехнических характеристик активных компонентов панели управления типологических видов БТСКД при минимальной и максимальной освещенности

Название компонента	Обозначение компонента	Коэффициент отражения компонента $\rho_{\text{комп}}, \text{лк}$	Коэффициент отражения фона, $\rho_{\text{фона}}, \text{лк}$	Яркость излучения, $V_{\text{и}}, \text{кд/м}^2$	Яркость предмета, $V_{\text{п}}, \text{кд/м}^2$	Яркость фона, $V_{\text{ф}}, \text{кд/м}^2$	Коэффициент контраста, K
SUPREMA BIOENTRY PLUS							
При минимальной освещенности 15 лк							
Индикатор		0,5	0,2	90,9	93,28	0,95	0,98
При максимальной освещенности 2000 лк							
Биометрический идентификатор		0,35	0,2	7,5	230,42	127,38	0,44
ZKTECO X7							
При минимальной освещенности 15 лк							
Индикатор		0,3	0,2	17,5	208,58	127,38	0,38
При максимальной освещенности 2000 лк							
Биометрический идентификатор		0,3	0,2	17,5	208,58	127,38	0,38

SCIENCE TIME









Продолжение таблицы 4

ZKTECO ICLOCK 680							
При минимальной освещенности 15 лк							
Биометрический идентификатор		0,3	0,04	500	501,43	0,19	0,99
Индикатор		0,3	0,04	17,5	18,93	0,19	0,98
При максимальной освещенности 2000 лк							
Биометрический идентификатор		0,3	0,04	500	691,08	25,47	0,96
ANVIZ T60							
При минимальной освещенности 15 лк							
Индикатор		0,55	0,15	60	62,62	0,71	0,98
SUPREMA BIOSTATION							
При минимальной освещенности 15 лк							
Индикатор		0,55	0,15	102,27	62,62	0,71	0,98
При максимальной освещенности 2000 лк							
Биометрический идентификатор		0,35	0,15	7,5	230,4	95,54	0,58
ZKTECO F702							
При минимальной освещенности 15 лк							
Биометрический идентификатор		0,3	0,04	17,5	20,22	0,19	0,99
Зеленый индикатор		0,3	0,04	388,88	390,31	0,19	0,99
Красный индикатор		0,35	0,04	166,66	168,33	0,19	0,99
NIGTEN NAC 2500							
При минимальной освещенности 15 лк							
Индикаторы Power/Network		0,04	0,17	200	200,19	0,812	0,99
При максимальной освещенности 2000 лк							
Биометрический идентификатор		0,1	0,17	6,25	69,94	108,28	0,41
Индикаторы Power/Network		0,04	0,17	200	225,47	108,28	0,51

Значения пороговых контрастов и результаты проверки выполнения условия для кнопок и надписей типологических видов БТСКД представлены в таблице 5.







Таблица 5

Значения пороговых контрастов и проверка выполнения условия для кнопок и надписей типологических видов БТСКД

Компонент	Коэффициент отражения фона, $R_{\text{фона,лк}}$	Минимальная освещенность, лк	Яркость фона, $V_{\text{ф,кд/м}^2}$	Угловые размеры компонентов, α_3 , мин	Величина порогового контраста компонента, $K_{\text{пор}}$	Коэффициент контраста компонента, K	Величина $N = K / K_{\text{пор}}$	Выполнение условия (7), $N \geq 10$
SUPREMA BIOENTRY PLUS								
Индикатор 	0,2	15	0,95	13,6	0,16	0,42	2,6	Нет
Надпись 	0,2	15	0,95	34,36	0,035	0,67	19,14	Да
ZKTECO X7								
Кнопка 	0,2	15	0,95	41,2	0,06	0,67	11,1	Да
Надпись 	0,6	15	2,8	34,36	0,048	0,67	13,9	Да
ZKTECO ICLOCK 680								
Кнопка 	0,04	15	0,19	48,12	0,033	0,955	28,93	Да
Надпись 	0,04	15	0,19	27,2	0,085	0,955	11,23	Да
ANVIZ T60								
Кнопка 	0,15	15	0,71	34,36	0,07	0,73	10,4	Да
Надпись на кнопке 	0,04	15	0,19	13,74	0,16	0,93	5,8	Нет

SCIENCE TIME

Продолжение таблицы 5

SUPREMA BIOSTATION								
Кнопка 	0,15	15	0,71	41,2	0,055	0,73	13,27	Да
Надпись на кнопке 	0,04	15	0,19	20,6	0,14	0,955	6,8	Нет
ZKTECO F702								
Кнопка 	0,04	15	0,19	34,36	0,07	0,93	13,28	Да
Надпись на кнопке 	0,6	15	2,86	20,6	0,082	0,75	9,14	Нет
NIGTEN NAC 2500								
Кнопка 	0,17	15	0,812	34,36	0,075	0,76	10,13	Да
Надпись на кнопке 	0,17	15	0,812	27,2	0,085	0,72	8,47	Нет

Как видно из результатов, представленных в таблице 5, условие порогового контраста в подавляющем большинстве случаев не выполняется только для надписей, угловые размеры которых меньше угловых размеров кнопок. Так как условие (7) проверялось для минимальной освещенности 15 лк, то есть подразумевалось, что терминал располагается на улице в ночное время суток, то для улучшения условий восприятия надписей необходимо повысить освещенность, разместив около терминала дополнительный источник освещения.

Таким образом, как показали результаты анализа рассмотренных типологических видов БТСКД, ни один из них по тем или иным светотехническим характеристикам не соответствует требованиям инженерной психологии.

Литература:

1. Алефиренко В.М. Инженерно-психологический анализ панелей управления РЭС: метод. пособие по дисц. «Инженерная психология» для студ. спец. «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС», «Техническое обеспечение безопасности» заоч. формы обуч. / В.М. Алефиренко, С.М. Боровиков. – Минск: БГУИР, 2007. – 32 с.
2. Основы инженерной психологии: учебник для техн. вузов / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Высш. шк., 1986. – 448 с.
3. Нормы освещения // Светодиодъ [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: http://www.ylati.ru/normyi_osveshheniya.html
4. Атлас стандартных образцов цвета (образцовая мера): справочник / Ленинград, 1977. – 56 с.
5. Сорокатый Н. Свет и цвет в природе // Декоративные малярные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://art-con.ru/node/4711>
6. Рыжковская М.С., Алефиренко В.М. Выбор типологических видов биометрических терминалов для анализа инженерно-психологических, эргономических и эстетических характеристик // Science Time. – 2018. – № 5 (53). – С. 81-85.