

**НАДГРАЖДАНЕ НА „ТРЕНАЖОРЕН КОМПЛЕКС“ ВЪВ ВТУ
„ТОДОР КАБЛЕШКОВ“ С ЦЕЛ ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО
НА ЗАСЛЕПЯВАНЕТО ВЪРХУ СЕНЗОМОТОРИКАТА
НА ВОДАЧИ НА ЕТС**

¹Диляна Мицева, ¹Петко Костадинов, ²Хари Филчев
d.mitseva@abv.bg, petko_kostadinov@abv.bg, haribfilchev@gmail.bg

¹*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
гр. София, ул. „Гео Милев“ 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

²*„Метрополитен“ ЕАД – София
1000 София, ул. „Княз Борис I“ № 121
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: яркост, осветеност, заслепяване, сензомоторика, реакции и др.

Резюме: Столичният метротранспорт играе основна роля в икономическия и социален живот на почти двумилионната ни столица. Поради това той трябва да функционира надеждно ефективно и безопасно. За осигуряване на тези ключово важни параметри на електрическия транспорт е необходимо да се засегнат въпроси свързани с естеството на работа и параметрите на работното място на локомотивните машинисти в подземната железница. Необходимо е да се подобри комфортът на машинистите, като се сведат до минимум различните разсейващи фактори като осветеността в кабината, шум, вибрации и други. Тези фактори могат да повлияят върху концентрацията, респективно върху времето за реакция, а това може да бъде причина за допускане на грешки. Осветеността в кабината е подценяван фактор, но при подземната железница (метро) тя се изменя в широки граници поради факта, че се редуват открити участъци с много силна дневна светлина и участъци (в тунела) с нищожна осветеност. Поради постоянното редуване на твърде високи нива на контраста и яркостта с твърде ниски такива, се налага постоянно преадаптиране на очите, което от своя страна води до обща умора на метромашинистите. От друга страна твърде ниските нива на яркост и контраст на яркостта, могат да направят работната среда скучна и демотивираща водещо до намаляване на бдителността и увеличено време на реакциите. Всичко това влияе върху прецизността на техниката на водене на влак, а оттам и разхода на електроенергия на влака, надеждността и безопасността на превозите с подземна железница (метро).

ВЪВЕДЕНИЕ

Столичният метротранспорт играе основна роля в икономическия и социален живот на почти двумилионната ни столица. Поради това той трябва да функционира надеждно, ефективно и безопасно. За осигуряване на тази параметри на електрическият транспорт е необходимо да се засегнат въпроси свързани с естеството на работа на машинистите в подземната железница. Необходимо е да се наблегне върху комфорта на водачите и свеждането до минимум на различни разсейващи фактори като осветеността в кабината, шум, вибрации и други. Тези фактори могат да повлияят върху концентрацията, респективно върху времето за реакция, а това може да е предпоставка за допускане на грешки .

Един от факторите, който може да доведе до временна загуба на концентрация при метромашинистите е заслепяването. То се получава при големи разлики в яркостта на обектите. Този проблем се решава, чрез разпределението на яркостта в областта на зрителното поле. Заслепяването се управлява от степента на адаптация на очите, което влияе на видимостта при работа [1]. Необходима е добре балансирана адаптационна яркост, която да повиши: остротата на зрението; контрастната чувствителност (различаване на сравнително малките яркостни разлики); ефективността на зрителните функции на окото (като акомодация, конвергенция, контракция на зеницата, движения на очите и т.н.) [1].

Разпределението на яркостта в областта на зрителното поле влияе също и на зрителния комфорт. Поради посочените по-долу причини трябва да се избягва следното: твърде високи яркостни, които могат да причинят увеличение на заслепяването; твърде високи контрасти на яркостта, които могат да причинят умора поради постоянното преадаптиране на очите; твърде ниски яркостни и твърде ниски контрасти на яркостта, които могат да направят работната среда скучна и не стимулираща.

Осветеността и нейното разпределение върху работната повърхност и нейните околности оказва влияние върху това колко бързо, безопасно и лесно човек ще възприеме и изпълни зрителната задача.

За по-прецизно изследване до каква степен заслепяването влияе върху психомоториката на машинистите в подземна железница е необходимо да бъдат пресъздадени условията от кабината на машиниста в локомотивен тренажор на територията на ВТУ „Тодор Каблешков“. По този начин ще бъдат създадени контролирани условия, при които да се направят изследвания относно влиянието на заслепяването върху концентрацията и скоростта на реакциите на машинистите от подземна железница (метро).

НАЧИН ЗА ИЗВЪРШВАНЕ НА ИЗМЕРВАНИЯТА

За да бъде симулирана осветеността в тренажорен комплекс са направени измервания в кабината на машинистите при реални условия. Измерванията са направени в кабината на машиниста с луксметър ELVOS LM1010, като сензора е поставен на нивото на очите на машиниста.

Първоначално са направени измервания на осветеността в кабината в тъмен участък на тунела, като то е различно при различните машинисти в зависимост от личните предпочитания на машинистите, а именно каква да бъде осветеността в кабината- без осветление; на първа степен и на втора степен. Втората част от изследването е свързана с измерване на преминаването от тъмен участък (тунел) към светъл участък (открита метростанция) на трасето. Снемането на показанията от луксметъра е направено, чрез заснемането на дисплея на измервателния уред с камера във видеоклип със скорост на заснемане от 30 кадъра в секунда (30 fps с време между

два кадъра от 33,3 ms). По този начин е създадена възможност за отчитане на момента в който се опреснява дисплея на измервателния уред. С помощта на специализиран софтуер за обработка на видеофайлове, са извлечени кадрите в които измервателния уред опреснява дисплея и по номера на извлечения кадър е изчислен момента в който е отчетено новото показание на дисплея. Получените резултати за изчислено време и измерена осветеност са систематизирани в таблици.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНИЯТА

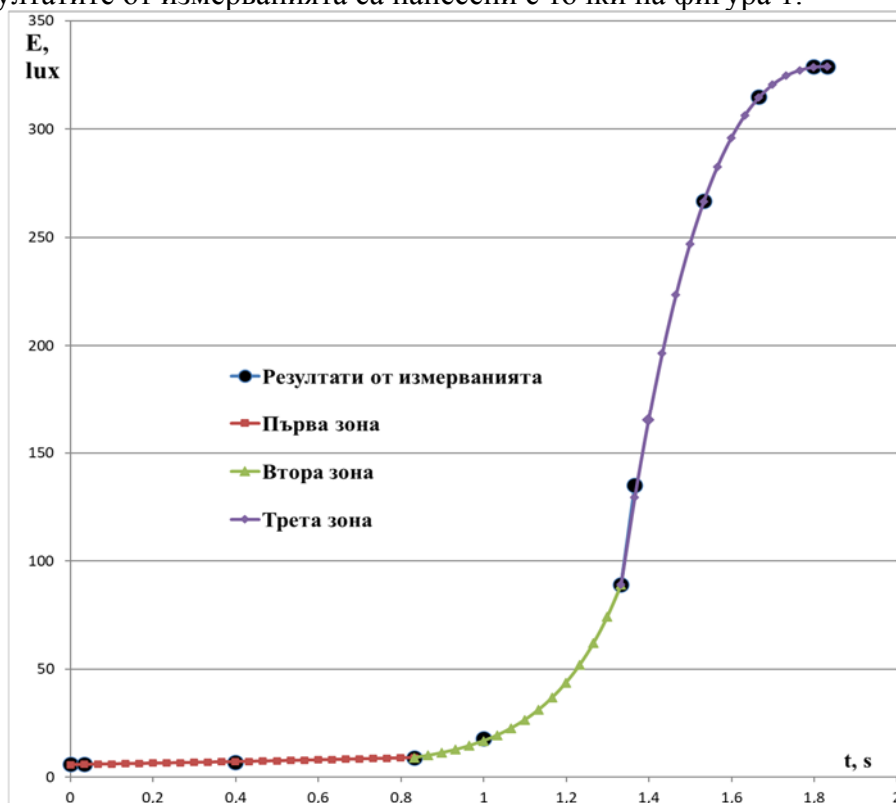
Част от машинистите предпочитат да работят при изгасено осветление в кабината и тогава осветеността е един лукс тъй като кабината се осветява от монитора на системата „Витяз“. Друга част от машинистите включват осветлението на първа степен, а останалата част включват осветлението на втора степен като данните за осветеността са представени в Таблица 1.

Таблица 1 Осветеност в кабината на машиниста в тъмен участък на тунела

Състояние на превключвателя за осветлението	Изключено	Включено на 1 ^{ва} степен	Включено на 2 ^{ра} степен
Осветеност, lux	1	3	6

В Таблица 2 са представени резултатите от втората част на изследването, като измерванията са направени във Втори Метродиаметър (ВМД), при движение на мотрисата от метростанция Сливница и навлизане в метростанция Обеля, като в кабината на машиниста осветлението е включено на втора степен, което се вижда от първите две стойности на осветеността в Таблица 2. Следва навлизане в метростанцията в следствие на което осветеността се повишава до 329 lux, като времето, през което става преходът е по-малко от 2 секунди.

Резултатите от измерванията са нанесени с точки на фигура 1.



Фиг. 1. Резултати от измерванията и графики на математическите изрази в съответните зони

Таблица 2 Осветеност в кабината при преход от тъмен в светъл участък

Пореден номер на кадър	1	2	13	26	31	41	42	47	51	55	56
Време, S	0	0,0333	0,726	0,825	0,99	1,32	1,353	1,518	1,65	1.782	1.815
Осветено ст, Lux	6	6	7	9	18	89	135	267	315	329	329

С помощта на „Excel“ са генерирани математически функции, описващи получените резултати от измерванията. За да бъде максимално близко математическото описание, е направено разделяне (зониране) на резултатите от измерванията, като първите две зони се описват чрез експоненциални функции, а третата зона с полином от 3-та степен.

Таблица 3 Математически изрази описващи изменението на осветеността спрямо времето

Зона	Диапазон	Математически израз дефиниращ осветеността в lux	R ²
Първа	$0 \leq t \leq 0,825$	$E = 5,82 \cdot e^{0,52975 \cdot t}$	0,99939
Втора	$0,825 < t \leq 1,32$	$E = 4 \cdot e^{5,73 \cdot (t - 0,799)} + 4,2$	0,9977
Трета	$1,32 < t \leq 1,815$	$E = 0.0495 \cdot ((t - 1,332) \cdot 30)^3 - 2.549 \cdot ((t - 1,332) \cdot 30)^2 + 43.1 \cdot (t - 1,332) \cdot 30 + 89$	0,99967

В таблица 3 са представени математическите изрази и диапазоните за които са предназначени, както и коефициентът R², показващ до каква степен стойностите на зависимите променливи от математическото описание, се доближават към получените стойности на зависимите променливи при направените измервания. Когато стойността на R² е по-голяма от 0,98, се счита, че математическото описание е достатъчно точно. В настоящия случай постигнатите стойности на този параметър са значително по-големи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимо е тренажорният комплекс за обучение на машинисти във ВТУ „Тодор Каблешков“ да бъде модернизирани със система за симулация на преход от неосветен към силно осветен участък от трасето. Това ще създаде възможности за изследване на психомоториката на машинистите в условията на заслепяване, което е от ключово значение за подобряване на ефективността, надеждността и безопасността на обществения транспорт. Това може да се постигне чрез проектиране и изграждане на система за заслепяване състояща се от мощен осветител и електронен модул за плавно управление на осветеността по описаните по-горе математически зависимости.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] EN 12464-2:2017, Светлина и осветление. Осветление на работни места. Част 2: Работни места на открито, Български институт за стандартизация, Действащ от 2016-01-18.
- [2] Ганчев И. „Специфични особености на товаро-разтоварни процеси и използваната механизация за доставка на стоманени тръби за пренос на течни и газообразни флуиди“. Монография, 2024 г., ISBN 978-954-12-0310-1
- [3] Gyurov V., Panchev H., Makedonski N. Possibilities for Optimizing the Electric Power Supply Network Topology of Lighting Systems (2019) 2019 11th Electrical Engineering Faculty Conference, BulEF 2019, art. no. 9030793 DOI: 10.1109/BulEF48056.2019.9030793

UPGRADE OF THE "TRAINING COMPLEX" AT THE UNIVERSITY "TODOR KABLESHKOV" TO STUDY THE INFLUENCE OF BLINDING ON THE SENSORIMOTOR SKILLS OF ETS DRIVERS

¹Dilyana Mitseva, ¹Petko Kostadinov, ²Hari Filchev
d.mitseva@abv.bg, petko_kostadinov@abv.bg, haribfilchev@gmail.bg

¹*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

²*„Metropoliten” JSC
1000 Sofia, 121 Knyaz Boris I Str.
THE REPUBLIC BULGARIA*

Key words: *brightness, illuminance, glare, sensorimotor, reactions, etc.*

Abstract: *Metropolitan metro transport plays a major role in the economic and social life of our capital city of almost two million people. It must therefore function reliably efficiently and safely. To ensure these crucially important parameters of electric transport and it is necessary to address issues related to work aesthetics and workplace parameters of locomotive engineers in the underground railway. There is a need to improve the comfort of the drivers by minimizing various distractions such as cabin lighting, noise, vibration, etc. These factors can affect concentration and reaction times, respectively, and can be the cause of errors. Cabin illumination is an underestimated factor, but on the underground (metro) it varies widely due to the fact that there are alternating open sections with very strong daylight and sections (in the tunnel) with negligible illumination. Due to the constant alternation of too high contrast and brightness levels with too low ones, a constant readjustment of the eyes is necessary, which in turn leads to a general fatigue of the metro machines*