МЛАД ФОРУМ
Механика Транспорт Комуникации
Научно списание http://www.mtc-aj.com
ISSN 2367-6558 (print)
ISSN 2367-6612 (online)
том 14, брой 1, 2025г.
статия № 2692

СИМУЛАТОР ЗА ЗАСЛЕПЯВАНЕ НА ВОДАЧИ НА МЕТРОПОЛИТЕН

Иван Петров, Диляна Мицева
ivanpetrov1960@abv.bg, d.mitseva@abv,bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
1574 София, ул. „Гео Милев № 158“
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *заслепяване, осветеност, стаж, машинист, подземна железница, относителен разход на енергия.*

Резюме *Метровлаковете по Линия II на софийското метро минавайки по определеното им трасе преминават през редуващи се тъмни и светли участъци, което би могло да доведе до ефект от заслепяване. В градове където метрото излиза на открито за някои участъци, важат същите принципи – при излизане на дневна светлина машинистът трябва да се адаптира и обратно когато влиза в тъмен участък, а именно в тунел. Съществена разлика има в осветеността на самите метростанции. Изграждането на метростанциите се изпълнява по различни проекти и от различни изпълнители (различни осветителни тела, различно разположение, големина и различен интериор на самата станция). Обикновено скоростите на метровлаковете са ограничени от инфраструктурата, например изходните портали които са проектирани да минимизират внезапните отблясъци (понякога с навеси или тунелни удължители). По метролиния II мотрисите се управляват ръчно, което означава, че контролът върху теглителната и спирачната сила е изцяло в ръцете на машиниста [1]. Това ръчно управление се различава значително от автоматизираните системи и увеличава ролята на човешкия фактор, което може да доведе до по-голям разход на електроенергия. От особено значение за ефективността на управлението са както психологическото състояние, квалификацията, образованието и стажът на машиниста [2], така и ефекта от заслепяване който би довел до объркване в реакциите и респективно влошаване на качеството на техниката на водене на влак.*

Настоящият доклад се изследва зависимостта между постигнатата осветеност в кабината на тренажорния комплекс във ВТУ „Тодор Каблешков” и подаденото захранващо напрежение към осветителя.

ВЪВЕДЕНИЕ

За да бъде възможно в кабината на тренажорния комплекс да се постигне симулиране на прехода от тъмен към светъл участък от трасето е изработен осветител с размерите на предното стъкло на метромотрисите. Същевременно е необходимо да се спазва определен алгоритъм за промяна на осветеността, чрез който да бъде симулиран прехода от тъмен към светъл участък и обратно. Необходимо е да бъде определена

зависимостта между постигнатата осветеност в кабината на тренажорният комплекс и подаденото захранващо напрежение към осветителя.

ИЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОСВЕТИТЕЛЯ

За изработването е използвана светодиодна лента със захранващо напрежение 12 VDC и мощност 14 W/m [3]. Използвани са 13,3 метра лента като общата мощност при 12 VDC е 186 W. При тази мощност на осветителя се постига осветеност в кабината на тренажора от 1190 lx. Изработения осветител е закрепен за стената зад пулта за управление като по този начин напълно съответства на размерите и положението на предното стъкло в метромотрисите.

За да бъде точно симулирана осветеността в кабината на машиниста в кабината на тренажорния комплекс е направено изследване на връзката между постигнатата осветеност и коефициента на запълване на широчинно - импулсна модулация (ШИМ). Резултатите от измерванията са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Постигната осветеност в зависимост от коефициента на запълване на ШИМ

Коефициента на запълване (ШИМ)		**Напрежение върху осветителя Uосв**	**Ток през осветителя Iосв**	**Осветеност E**
1÷1023	‰	V	A	lx
1023	1000	11,70	14,00	1195
992	970	11,47	12,73	1100
949	928	11,08	11,08	1000
912	891	10,69	9,63	900
876	856	10,34	8,24	800
843	824	10,01	6,98	700
811	793	9,71	5,78	600
779	761	9,38	4,62	500
750	733	9,10	3,59	400
720	704	8,76	2,59	300
689	674	8,43	1,66	200
465	455	7,72	0,81	100
302	295	7,27	0,41	50
198	194	7,08	0,21	25
0	0	0,00	0,00	0

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАТЕМАТИЧСКИ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ОСВЕТЕНОСТТА И НЕОБХОДИМОТО НАПРЕЖЕНИЕ ЗА ЗАХРАНВАНЕ НА ОСВЕТИТЕЛЯ

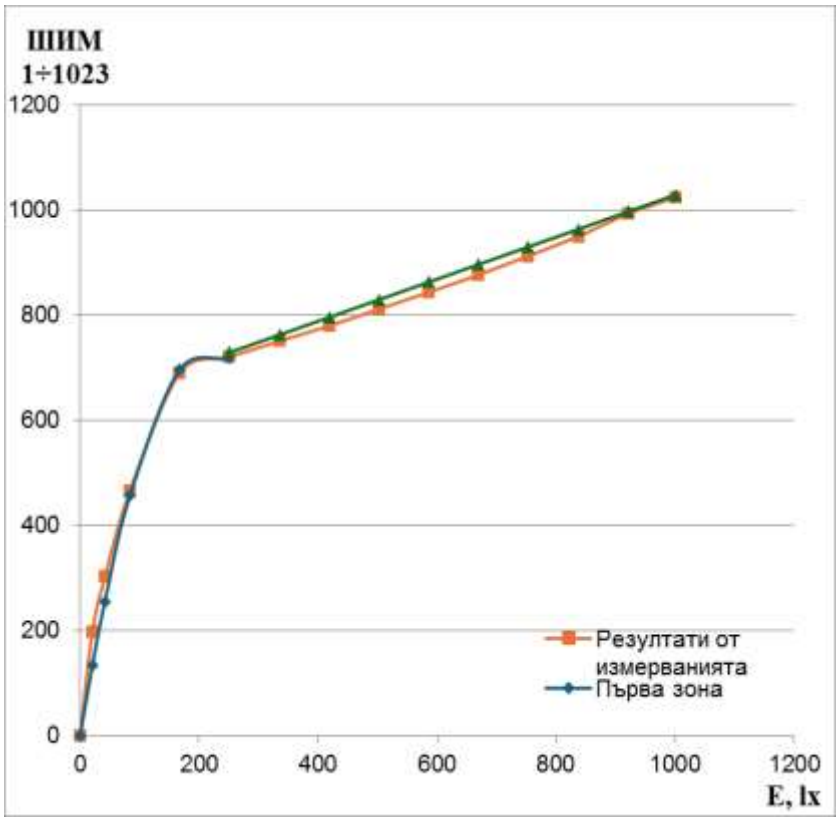
В Таблица 2 са представени математическите изрази, показващи връзката между относителната осветеност, която трябва да се постигне и необходимия коефициент на запълване на ШИМ. Също така са дадени диапазоните, за които са предназначени математическите изрази, както и коефициента R2, който показва до каква степен стойностите на зависимите променливи, получени от математическото описание се доближават към реалните стойности на зависимите променливи. В случая независимата

променлива x, приема стойности от 0 до 1000 и показва относителната осветеност в промили (1000*lx/lx), която е необходимо да се постигне, а зависимата променлива получена от изразите дава стойността на коефициента на запълване на ШИМ в относителни единици, от стойност 0 съответстваща на коефициент на запълване 0, до коефициента на запълване на ШИМ в относителни единици 1023, съответстваща на коефициент на запълване 1.

Таблица 2. Математически изрази описващи изменението на осветеността спрямо времето

Зона	Диапазон	Математически израз дефиниращ осветеността в lx	R^2
Първа	$0 \le t \le 695$	$y = a * x\text{^}2 + b * x$	0,957519
Втора	$695 < t \le 1000$	$y = a * x + b$	0,999696

Резултатите от направените измервания в кабината на тренажорният комплекс са графично представени с червена линия на Фигура 1, а математическите зависимости съответно със синя линия за първа зона и зелена линия за втора зона.



Фиг. 1. Графични резултати от изследванията на осветителя и графики на генерираните полиноми

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Намерените математически зависимости с достатъчно голяма точност ($R^2 > 0,95$) се припокриват с резултатите от направените изследвания като по този начин ще се постигне задоволяване на резултатите при симулация на заслепяване на машинисти в тренажорният комплекс.

ЛИТЕРАТУРА:
[1] Петров, И. Техническо описание на метровагони серия 81-740,81-741, Учебно помагало, ISBN 978-619-193-253-5. София, 2021 г.
[2] Петров, И. (2014). Влияние на психологичното състояние на локомотивните машинисти за подобряване енергийната ефективност на електрическия подвижен състав. В: Механика Транспорт Комуникации. София: ВТУ „Тодор Каблешков“, Том 12, Брой 3/2, Стр. X-18 – X-24. ISSN 1312-3823.
[3] https://www.ultralux.bg/bg/led-lenti-led-moduli-profili-i-aksesoari/12v-dc-led-lenti-standartna-seriya/led-lenta-144w-m-3000k-12v-dc-smd5050-60-leds-m-vodoustojchiva

SIMULATOR FOR BLINDING METRO DRIVERS

Ivan Petrov, Dilyana Mitseva
ivanpetrov1960@abv.bg, d.mitseva@abv,bg

Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA

Key words*: glare, illumination, experience, train driver, underground railway, relative energy consumption.*

Abstract: *The trains on Line II of the Sofia Metro pass through alternating dark and light sections along their designated route, which could cause a glare effect. In cities where the metro runs above ground for some sections, the same principles apply—when entering daylight, the driver must adapt, and vice versa when entering a dark section, namely a tunnel. There is a significant difference in the lighting of the metro stations themselves. The construction of metro stations is carried out according to different designs and by different contractors (different lighting fixtures, different layout, size, and different interior of the station itself). Metro train speeds are usually limited by the infrastructure, for example, exit portals that are designed to minimize sudden glare (sometimes with canopies or tunnel extensions). On Metro Line II, the trains are manually operated, which means that control over traction and braking power is entirely in the hands of the driver [1]. This manual control differs significantly from automated systems and increases the role of the human factor, which can lead to higher electricity consumption. Of particular importance for the efficiency of control are the psychological state, qualifications, education, and experience of the driver [2], as well as the effect of glare, which could lead to confusion in reactions and, respectively, deterioration in the quality of train driving technique.*

This report examines the relationship between the illuminance achieved in the cabin of the simulator complex at the Todor Kableshkov University of Transport and the supply voltage applied to the luminaire