

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОБРАЗОВАТЕЛНО-КВАЛИФИКАЦИОННА СТЕПЕН НА МАШИНИСТИ В ПОДЗЕМНА ЖЕЛЕЗНИЦА (МЕТРО) ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ – ДЕПО „ЗЕМЛЯНЕ“

Иван Петров⁽¹⁾, Ангел Робертгов⁽²⁾, Диляна Мицева⁽¹⁾
ivanpetrov1960@abv.bg, arobertov@abv.bg, d.mitseva@abv.bg

***⁽¹⁾ ВТУ “Тодор Каблешков”
София, ул. „Гео Милев“ 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ***

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

***Ключови думи:** образование, квалификация, стаж, машинист, подземна железница, относителен разход на енергия.*

***Резюме:** Метровлаковете, обслужващи линия 3 от столичния метрополитен, са с автоматично управление на теглителната и спирачна сила. Не рядко обаче се налага машиниста да управлява влака в контролиран ръчен режим. При това управление техниката на водене на влак се различава от автоматичното управление и човешкият фактор е силно увеличен, което може да доведе до повишен разход на електроенергия. От съществено значение при управлението на тяговия подвижен състав е психологическото състояние на машиниста, неговата квалификация, образование и стаж. За тази цел се изследват квалификацията и нивото на образованост на машинисти в подземна железница, метро. Резултатите от извършен анализ на 14 машинисти, които са с различна степен на квалификация и образование, са представени в настоящия доклад.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Метровлаковете от линия 3 са с автоматично управление на теглителната сила.

Автоматичното управление на влаковете се осъществява обикновено от три взаимосвързани системи, автоматична влакова защита - “Automatic Train Protection” (АТР), система за регулиране на теглителната и спирачната сила - “Automatic Train Operation” (АТО), както и система за изпълнение графика на движението на влаковете - “Automatic Train Regulation” (АТР). [1]

Движението на влаковете в ръчен режим се осъществява когато: влака излиза или влиза в депо; когато движението се извършва в ненатоварен часови интервал; в непредвидими аварийни ситуации и др.

При това управление, техниката на водене на влак се различава от автоматичното управление и човешкият фактор е силно увеличен, което може да доведе до повишен

разход на електроенергия. Поради покачването на цените на енергийните ресурси в страната се налага да бъдат въведени различни мероприятия с цел реализиране на оптимален разход на електрическа енергия. От съществено значение при управлението на тяговия подвижен състав е психологическото състояние на машиниста, основно неговата квалификация, образование и стаж. За тази цел се изследват квалификацията и нивото на образованост на машинисти в подземна железница, метро (МПЖМ). Относителния разход на електроенергия може да бъде разгледан като критерий за ефективност при управление на железопътния състав. По-малкият относителен разход на енергия може да доведе до понижени разходи за ремонтната поддръжка, намалените токови претоварвания в електрозадвижванията, както и в ходовата част. Респективно, експлоатационният живот на подвижния състав ще бъде удължен. Поради необходимостта да се търсят възможности за подобряване техниката на воденето на влак от машинисти ПЖМ при минимален разход на електрическа енергия е нужно да се направят редица изследвания относно връзката между квалификация, степен на образование и стажа на машиниста, както и разхода на енергия на подвижния състав [2].

Изследването е проведено на 14 локомотивни машинисти. Управлението на влака се осъществява в контролиран ръчен режим. Седем човека от тях са със средно образование, шест са завършили висше образование във ВТУ „Тодор Каблешков“ и един с висше икономическо образование .

Трудов стаж

Всеки един от изследваните машинисти има трудов стаж в друго предприятие различно от депо „Земляне“. Голяма част от тях имат предишен трудов стаж като водачи на железопътни превозни средства (ЖПС), което оказва влияние върху техниката на водене на влак и оттам на разхода на електрическа енергия.

За изчисляване на относителния разход на енергия е използвана следната формула:

$$(1). \quad e = \frac{E}{S} \frac{kWh}{km}$$

където:

E - разход на енергия, kWh;

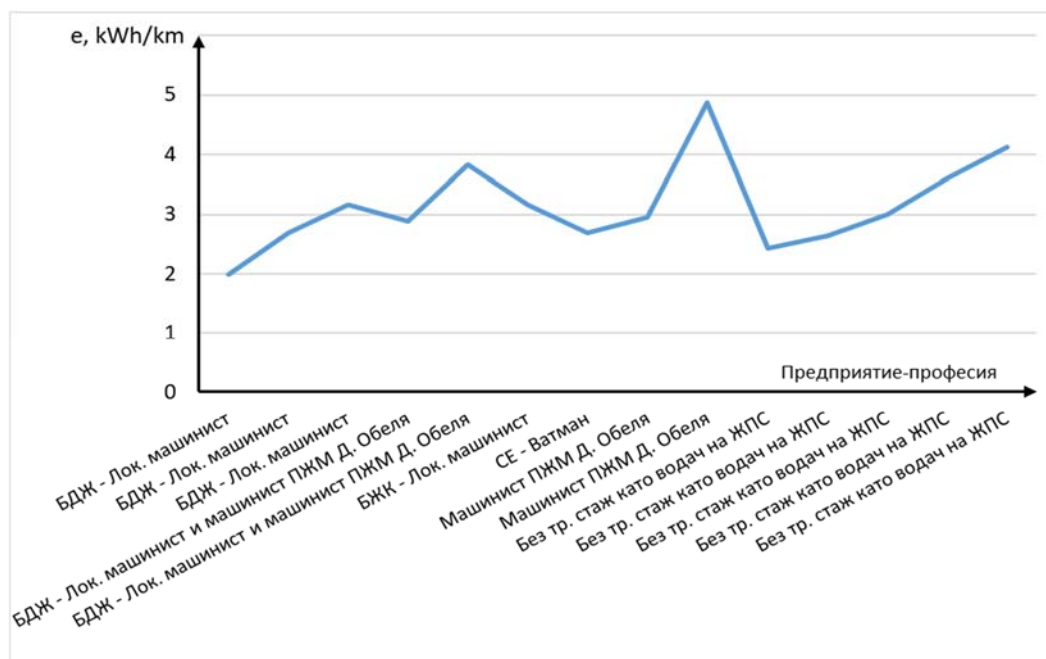
S - изминат път, km.

Резултатите от изчисления са представени в табличен и графичен вид, съответно в таблица 1 и на фигура 1.

Таблица 1 Данни за предишен трудов стаж като водач на ЖПС

Машинист ПЖМ	Преишен трудов стаж като водач на ЖПС	Относителен разход на електроенергия, kWh/km
1	БДЖ - Лок. машинист	2,00
2	БДЖ - Лок. машинист	2,70
3	БДЖ - Лок. машинист	3,17
4	БДЖ - Лок. машинист и машинист ПЖМ Д. Обеля	2,88
5	БДЖ - Лок. машинист и машинист ПЖМ Д. Обеля	3,83
6	БЖК - Лок. машинист	3,17
7	СЕ - Ватман	2,70
8	Машинист ПЖМ Д. Обеля	2,96
9	Машинист ПЖМ Д. Обеля	4,88
10	Без тр. стаж като водач на ЖПС	2,43
11	Без тр. стаж като водач на ЖПС	2,65
12	Без тр. стаж като водач на ЖПС	3,00

13	Без тр. стаж като водач на ЖПС	3,61
14	Без тр. стаж като водач на ЖПС	4,13



Фиг. 1. Относителен разход на електроенергия в зависимост от предишен трудов стаж

От графиката се вижда, че машинистите които имат предишен трудов стаж като локомотивни машинисти в БДЖ, дават най-нисък разход на електроенергия. Най-вероятната причина е придобитият опит в управлението на подвижен състав, който се управлява изцяло в ръчен режим.

Причината за по-високия разход на електроенергия при машинисти които са работили в депо „Обеля“, е че техниката за водене на влак се е изградила на метролиния 1 и 2 които са с по-високо натоварване от пътникопоток.. Интензивния пътникопоток, особено в пиковите часове генерира времезакъснение на графика за движение на влаковете (ГДВ). Това налага машиниста да компенсира времезакъснението, при което се получава по-висок разход на електроенергия.

Липсата на опит в управлението на ЖПС се отразява неблагоприятно върху енергийната ефективност. Машинистите които нямат предишен трудов стаж, свързан с железопътният транспорт и метрополитен, дават най-висок относителен разход на електроенергия.

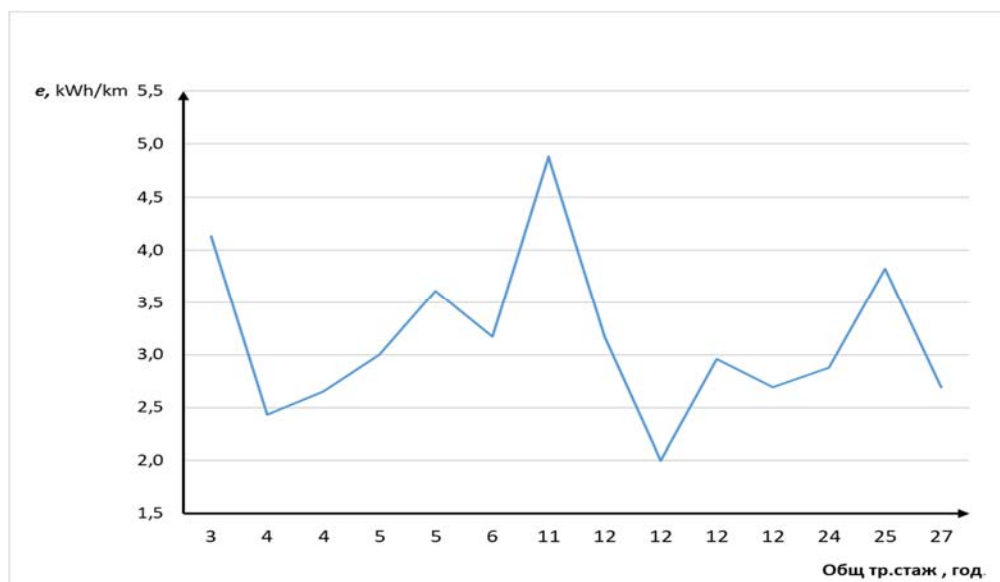
В следващото изследване се разглежда трудовия стаж на всеки един от водачите на ЖПС. В зависимост от общия трудов стаж е отчетен относителен електроенергиен разход на всеки един от машинистите.

Резултатите са представени в табличен и графичен вид, съответно на таблица 2 и фигура 2.

Таблица 2 Относителен разход на електроенергия спрямо годините трудов стаж.

Машинист ПЖМ	Общ трудов стаж като водач на ЖПС, години	Относителен. разход на електроенергия, kWh/km
14	3	4,13
10	4	2,43
11	4	2,65

Машинист ПЖМ	Общ трудов стаж като водач на ЖПС, години	Относителен разход на електроенергия, kWh/km
12	5	3,00
13	5	3,61
6	6	3,17
9	11	4,88
3	12	3,17
1	12	2,00
8	12	2,96
7	12	2,70
4	24	2,88
5	25	3,83
2	27	2,70



Фиг. 2 Относителен разход на електроенергия спрямо годините трудов стаж

Наблюдават се два минимума, като първия е около четвъртата година. Най-вероятно една от причините за това е, че машинистът е ентузиазизиран към работата си и е по-прецизен в изграждането на работни навици. Втория минимум се наблюдава около дванадесетата година от трудовия стаж, като в този случай вероятна причина може да бъде знанията, опита и уменията придобити от предишната месторабота като водач на ЖПС.

Образователно-квалификационна степен

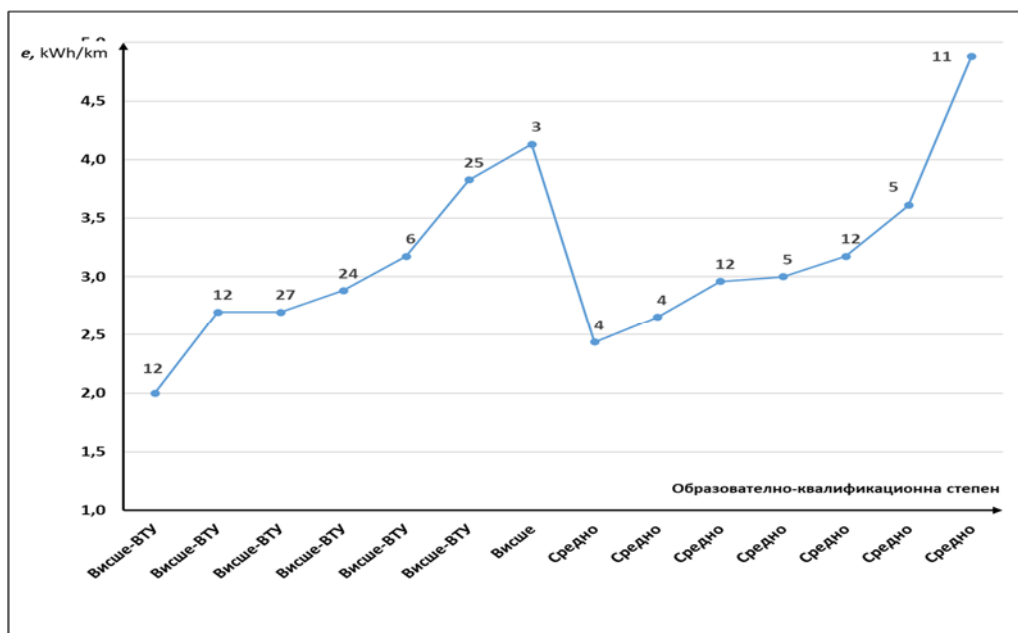
Условията и реда за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност са регламентирани в **Наредба № 56 от 14 февруари 2003 г.**, С тази наредба се уреждат изискванията, условията и редът за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност, изисквана от лицата, изпълняващи дейности, свързани с безопасността на превозите в железопътния транспорт.

За изследването са подбрани 14 машиниста с различна образователна степен, на които всеки поотделно е отчетен относителния разход на електроенергия.

Резултатите са представени в табличен и графичен вид, съответно на таблица 3 и фигура 3.

Таблица 3 Относителен разход на електроенергия спрямо степента на образование

Машинист ПЖМ	Степен на образование	Относителен разход на електроенергия, kWh/km
1	Висше-ВТУ	2,00
2	Висше-ВТУ	2,70
7	Висше-ВТУ	2,70
4	Висше-ВТУ	2,88
6	Висше-ВТУ	3,17
5	Висше-ВТУ	3,83
14	Висше	4,13
10	Средно	2,43
11	Средно	2,65
8	Средно	2,96
12	Средно	3,00
3	Средно	3,17
13	Средно	3,61
9	Средно	4,88



Фиг. 3. Относителен разход на електроенергия в зависимост от образователно-квалификационната степен и годините на общия трудов стаж

От фигура 3 се вижда, че липсата на подходящо образование значително повишава разхода на електрическа енергия при управлението на влака. Наблюдава се известно повишаване на относителния разход на електроенергия при машинисти със средно образование. Тук трябва да се отчете и трудовия стаж на изследваните машинисти. Средният трудов стаж на машинистите, завършили висше образование във ВТУ „Тодор Каблешков“ е 17 години а същият при машинистите със средно образование е 7 години. Машинист с висше образование но различно от необходимата образователна степен и квалификация за извършване на тази дейност и малък трудов стаж от 3 години значително увеличава относителния разход на електроенергия. Прави впечатление, че машинисти със средно образование и малък трудов стаж дават по-нисък разход на енергия, дължащ се евентуално на лични качества като по-засилен интерес в учебния

процес и по-засилено желание за усвояване техниките за управление на подвижния състав.

Квалификация.

Квалификацията на машинист подземна железница, обикновено се отнася до съвкупност от умения, знания и опит, необходими за безопасно и ефективно управление на подвижния състав. От съществена важност е машиниста да притежава както технически умения, така и да взема бързи и правилни решения в екстрени ситуации.

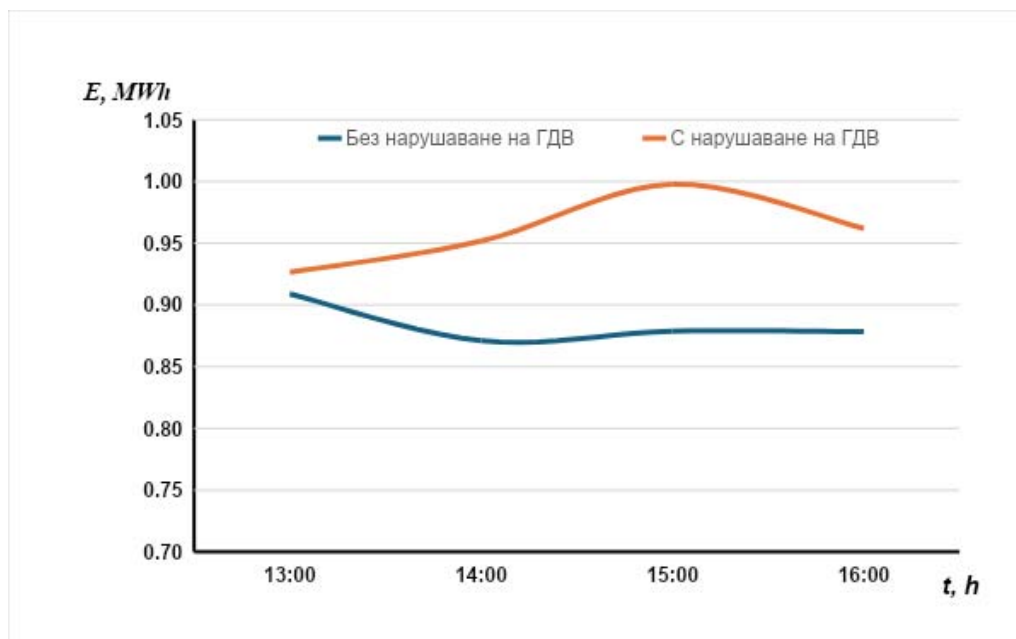
Машинистът е задължен да познава конструкцията на подвижния състав, плана и профила на пътя, разположените по него постоянни сигнали, сигнални указатели и знаци, тяхното предназначение и разписанието за движение на влака. Да осигурява оптимален режим за управление на влака и икономично изразходване на електроенергията.[4]

Разглежда се времеви диапазон от 12:00 до 16:00 часа, отнасящ се за конкретен ден в който има два случая на нарушен ГДВ. Причините за нарушение на графика са неправилните и забавени реакции на машинистите за отстраняване на откази и повреди по подвижния състав. Повредите възникват в интервала между 13:00 и 15:00 часа.

Получена е информация за разхода на електроенергия от всички тягови подстанции (ТПС) за конкретния ден, в който е нарушен ГДВ и за същия ден от предходната седмица в който няма нарушение на графика. Данните са нанесени в таблица 4 и са представени в графичен вид на фигура 4.

Таблица 4 Електроенергия - ТПС

Час	Разход на електроенергия, MWh	
	05.04.2024г	12.4.2024
12:00	0,91	0,94
13:00	0,91	0,93
14:00	0,87	0,95
15:00	0,88	1,00
16:00	0,88	0,96



Фиг. 4. Общ разход на електроенергия в зависимост от изпълнение на ГДВ

От графиката се вижда ясно изразено повишение разхода на електроенергия в часовия интервал за деня в който е нарушен ГДВ, сравнение със същия часови интервал за същия ден от предходната седмица, в който няма нарушение на графика.

Може да предположим, че една от причините за повишения разход е по-ниската квалификация на машинистите, вследствие на което се получава времезакъснение по ГДВ. Времезакъснението за всеки от случаите е около осем минути, което нарушава графика и на влаковете движещи се зад този маршрут. В този случай се отменя енергоефективния режим на движение, интегриран в системата за автоматично регулиране на влаковете - АТР. Същевременно се нарушава и регулирането на влаковете при което усвояването на електроенергията върната в контактната мрежа от рекуперация не е толкова ефективно [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От анализа на получените данни от проведените експериментални изследвания се наблюдава, че относителния разход на електроенергия е по-нисък при машинисти с образователно-квалификационна степен бакалавър във ВТУ „Тодор Каблешков“!

За поддържане квалификацията на машинистите е необходимо да се провеждат периодични опресняващи квалификационни обучения по предварително изготвен план и учебни програми, утвърдения от изпълнителния директор на Метрополитен АД.

За подобряване разхода на електроенергия на електрическия подвижен състав е необходимо да бъдат новоназначавани машинисти, които да имат предишен трудов стаж като водачи на ЖПС, както и с подходяща или по-висока образователна степен.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И. Лалев, Изследване ролята на машиниста върху енергийната ефективност на електрически локомотиви -дисертация
- [2] Пантев П., Ценов П., Системи за управление на електрическите локомотиви, София 1997г.
- [3] Петров. И., И. Лалов, Влияние на квалификацията на локомотивните машинисти за подобряване на енергийната ефективност на електрическия подвижен състав, Механика Транспорт Комуникации. ISSN 1312-3823 (print) том 12, брой 3/2, 2014 г, статия No 1006, стр. X-18- X-24
- [4] Правилник за техническата експлоатация на метрополитена (ПТЕ), гр. София, Септември 2011 г.
- [5] Метролиния 3 на Софийски метрополитен. Описание на системата АТС.

**INVESTIGATING THE INFLUENCE OF THE EDUCATIONAL QUALIFICATION
LEVEL OF MACHINISTS IN THE UNDERGROUND RAILWAY (METRO) ON
ENERGY EFFICIENCY - DEPOT "ZEMLYANE"**

Ivan Petrov⁽¹⁾, Angel Robertov⁽²⁾, Dilyana Mitseva⁽¹⁾
ivanpetrov1960@abv.bg, arobertov@abv.bg, d.mitseva@abv.bg

*⁽¹⁾Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, ul. "Geo Milev" 158
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

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

Key words: *education, qualification, experience, driver, underground railway, relative energy consumption.*

Abstract: *The metro trains serving line 3 of the metropolitan metro are equipped with automatic traction and braking control. However, it is not uncommon for the driver to operate the train in a controlled manual mode. In this control, the technique of guiding a train differs from automatic control and the human factor is greatly increased, which can lead to increased energy consumption. The psychological state of the driver, his qualification, education and experience are essential in the management of traction rolling stock. For this purpose the qualification and education level of drivers in underground railway, metro are studied. The results of the analysis of 14 train drivers with different level of qualification and education are presented in this paper.*