

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪТРЕШНИЯ ШУМ НА ПОДВИЖЕН СЪСТАВ, ЕКСПЛОАТИРАН В „МЕТРОПОЛИТЕН“ ЕАД

Чавдар Турлаков, Диляна Мицева

chturlakov@vtu.bg, d.miceva@vtu.bg

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

Резюме: Основната цел на доклада е да се съпоставят нивата на шума при различните превозни средства и различните трасета от подземната железница (метро) на град София.

За целта на доклада са проведени експериментални изследвания на превозните средства от подвижния състав на “Метрополитен” ЕАД на град София модел „Русич“, които се експлоатират по метро линии 1 и 2. Направени са замервания на шума от метростанция „Сливница“ до метростанция „Бизнес парк“ и от метростанция „Обеля“ до метростанция „Витоша“. Експерименталното изследване е направено при нормални експлоатационни условия на 21.05.2025 г. в часови интервал от 10.30 до 15.00 часа, в рамките на дневната част на денонощието, при различна натовареност на превозните средства.

Измерени са шумовете в различните режими на движение за определен участък от пътнотранспортната мрежа на подземен градски транспорт. От проведените експериментални изследвания е получен голям обем от данни, като резултатите са показани в графичен вид в настоящия доклад. Направен е подробен анализ на получените резултати и са установени екстремумите на стойностите на шумовите нива.

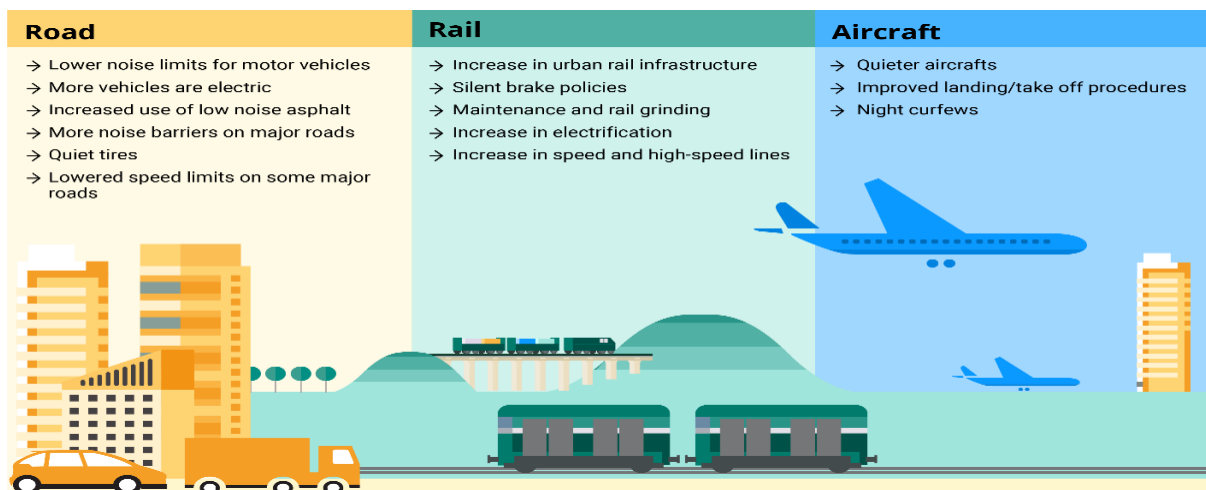
По време на измерването заетият транспортен капацитет на мотрисите е в границите от 20 % до 100 % на седящите места и от 0% до 20% на правостоящи пътници. В доклада не се разглеждат сутрешните и вечерните пикови часови интервали с цел съсредоточаване върху техническото състояние на мотрисите, оповестителната уредба, състоянието на агрегатите за собствени нужди, както и техническите и конструктивни особености на трасето (прави участъци, криви и стрелки) и достигането на максимална скорост на движение на метрото.

Ключови думи: подземна железница, метро, метрополитен, електрически транспорт, транспортен шум, шумово замърсяване.

ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА

Едно от основните предизвикателства пред нашата столица са повишаващите се нива на шум, които трябва да са съобразени с Европейските изисквания. Шумовото замърсяване в Република България се контролира от две министерства: Министерството на околната среда и водите (МОСВ) и Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС), а от своя страна Регионална здравна инспекция (РЗИ-София) следи шумовото замърсяване в урбанизираните територии [1,2,3,4].

По информация на Световната здравна организация (World Health Organization - WHO) почти половината от населението в Европейския Съюз (ЕС) е изложено на транспортен шум от интензивност на движение, надвишаващ 55 dB. Основен източник на продължително шумово замърсяване са транспортните средства (обществен градски транспорт - трамваи, автобуси, влакове, самолети, както и автомобилите). Изследванията показват, че транспортът посочен на фигура 1 е най-бързо развиващия се шумов замърсител.



Фиг. 1. Транспортни източници на шум



Фиг. 2. Схема на софийско метро

Проведените изследвания на вътрешния шум са направени в метро-мотриси Русич движещи се по линия 1 на "Метрополитен" ЕАД София. Този метродиаметър е обозначен с червен цвят на схемата, изобразена на фигура 2.



Фиг. 3. Метро-мотриса Русич

За конструкторите е изключително важно да се оценят акустичните качества на превозните средства още на етап проектиране. Понижаването на нивото на шума трябва да се извършва в три основни направления: установяване източника на шума и намаляване на шума; изолация на източника на шума; шумопоглъщане.

ИЗПОЛЗВАНА АПАРАТУРА

За целите на изследването е използван шумомер модел SL-5868P, който е показан на фиг. 4.



Фиг. 4. Шумомер модел SL-5886P

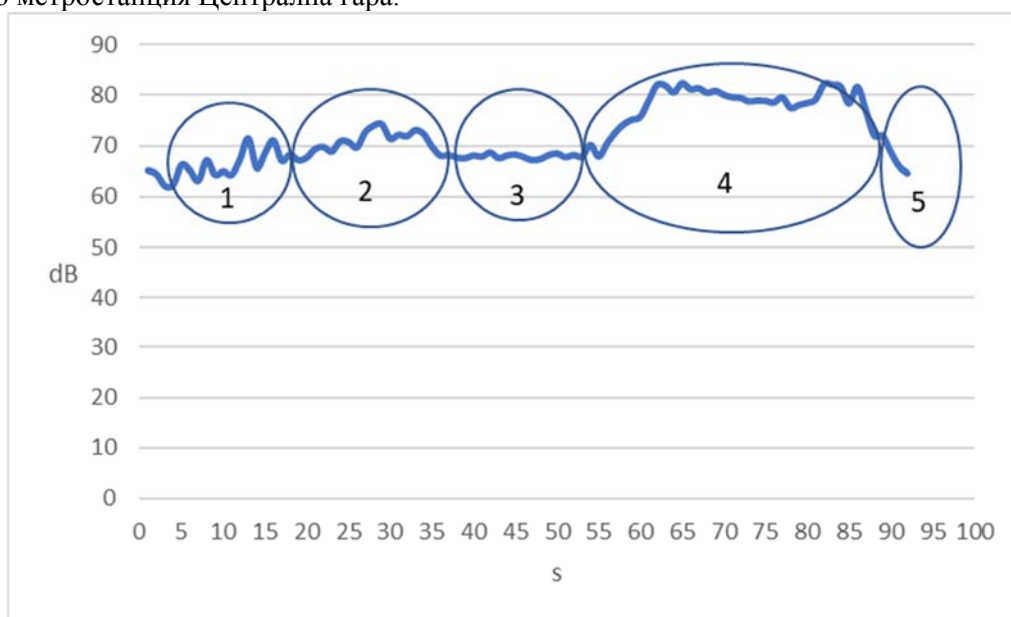
Уредът има следните характеристики:

- Дисплей: 14 мм (0,55 ") LCD със задно осветяване. Измерени параметри: Lp, Lmax, Leq, LN.
- Диапазон на измерване: Lp: 30~130dB (A) 35~130dB (C)
- 35~130 dB (F)
- Leq: 30-130dB
- LN: 0-100%
- Разделителна способност: 0,1 dB
- Точност: ± 1dB
- Честотно претегляне: 'A', 'C', 'F' (плоско). Времево претегляне: бързо (125ms)

- и бавно (1 секунда)
- Микрофон: 1/2 инча тип електретен кондензатор Памет: 30 групи с измерване
 - Вграден калибриращ сигнал: 94dB при 1kHz(синусоидален). Честотен диапазон: 20 до 12 500 Hz. Настроена стойност на алармата: 30-130 dB
 - LED и допълнителен релеен контакт (NC). PC интерфейс: RS232C. Индикация за изтощена батерия.

РЕЗУЛТАТИ ОТ НАПРАВЕНОТО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

Направени са измервания на вътрешния шум на метромотриси, движещи се по линия 1, на 21.05.2025 г. в часови интервал от 10.30 до 15.00 часа, при 100% зает транспортен капацитет на седящите места и 15% правостоящи. Поради големия обем данни, е направена извадка изобразена на фигура 4, показваща резултата от измерването на участък от метростанция Лъвов мост до метростанция Централна гара.



Фиг. 5. Графично изображение от измерването от станция Лъвов мост до станция Централна гара

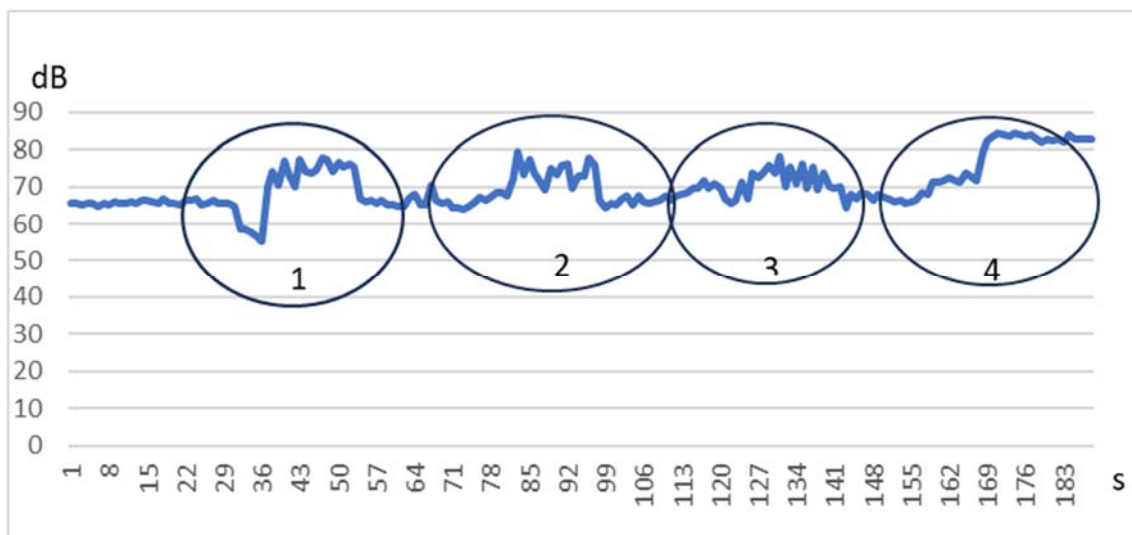
На фигурата са оградени пет участъка, показващи:

- участък 1 е спирка Лъвов мост. Нивата на шум са от 62dB до 68 dB.;
- участък 2 мотрисата е в процес на ускорение, достига оптималната за участъка скорост и нивото на шум достига максимум 76 dB, след което, в участък 3 движението се извършва по инерция, където стойностите на шум намаляват до под 68 dB;
- участък 4 метровлака навлиза в крива и нивата на шум се повишават до 82 dB, след което започва спиране към станция Централна гара обозначена с участък 5, където нивата на шум съответстват на нивата от участък 1. В тези два участъка, а именно участък 1 и участък 5 мотрисата е в престой на съответната метростанция.

На фиг. 6 е показано трасето: Младост 1-Александър Малинов-Акад. Александър Теодоров-Балан. В участък 1 се наблюдава момента на покой с минимални стойности на шум от 62 dB, тръгването, ускорението и достигането на максимална скорост за участъка и повишават нивата на шума до 78 dB. Последващото движение по инерция води до тяхното спадане на 63 dB.

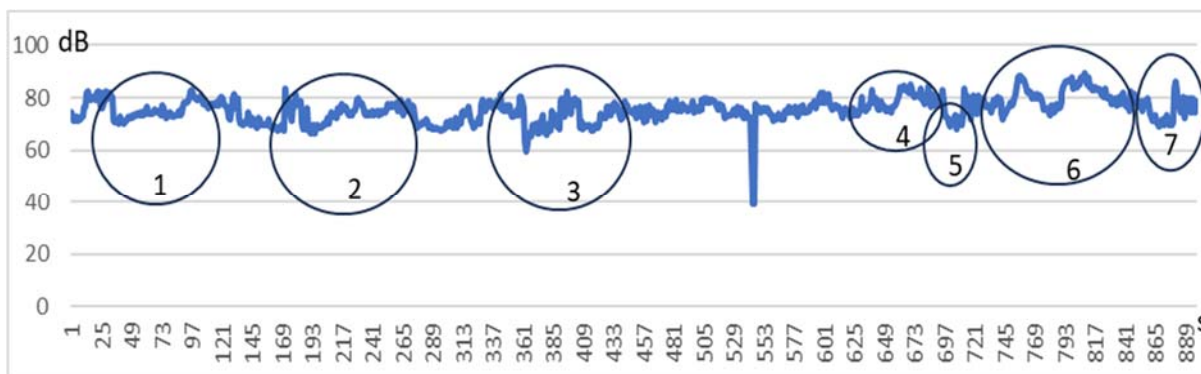
В участък 2 е показано влизане в крива и повишаване нивата на шум до 81 dB.

В участък 3 мотрисата тръгва от ст. Малинов повишава стойностите при влизане в крива, при излизане от нея имаме намаляване на стойностите, след което ускорява в прав участък и оттам леко повишаване нивата на шума.



Фиг. 6. Графика на измерения шум от спирка Младост до Александър Теодоров-Балан

В участък 4 се наблюдават ниски нива на шум по време на престой на станцията и след това моментни пикови стойности на нивата на шума вследствие от отварянето на вратите и включването на оповестителната уредба. След прекратяване на оповестителната уредба моторисата започва да ускорява и за това се задържат нивата на шум от 84 dB, което е под определените от производителя стойности.



Фиг. 7. Графика на измервания на метростанции Мусагеница-Г.М.Димитров-Жулио Кюри-Васил Левски Климент Охридски

На представената по горе фигура е изобразено:

- участък 1, където моторисата тръгва и достига до 72 dB. при максимална скорост, движейки в надземен участък. След това навлиза в крива и нивата на шума се покачват до 83 dB;
- участък 2 след потегляне от станция Г. М. Димитров отчетените нива са 72 dB, повишени вследствие на ускорение и достигане на максимална за този участък скорост;
- участък 3 показва как нивото на шума се покачва вследствие на потегляне на моторисата от ст. Ж. Кюри и при достигане на максимална скорост стойностите са 73-75 dB. След което трасето се променя, като влака първо преминава през стрелки и навлиза в крива с наклон, където се достигат моментни стойности на шума от 84 dB;
- участък 4. Преди станция В. Левски моторисата преминава през стрелки и навлиза в крива с наклон, шумовите стойности се покачват моментно до 84 dB;
- участък 5 моторисата се намира на станция В. Левски. След потеглянето и ускоряването моторисата навлиза в трасе със стрелки и крива и нивата на шума се покачват до 87 dB, показано на участък 6;
- участък 7 е станция Климент Охридски.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За шумът в пътническите салони на метрорелсовите за подземния обществен транспорт на град София, може да се направят следните основни заключения:

1. Най-високи моментни стойности на шум се отчитат когато моторисата се движи с максимална скорост, преминава през стрелки или когато навлиза в крива. Тогава са измерени моментни пикови стойности на шум от 87 dB.
2. Друг фактор повишаващ нивата на шум с незначителни стойности е включването на оповестителната уредба, вариращи от 76-84 dB, в зависимост от пътникопотока и заетият транспортен капацитет на транспортното средство.
3. Най-ниски нива на шум в пътническия салон от 62-68 dB са измерени при престой на метрорелска на съответните станции на трасето, при по-малък пътникопоток на транспортното средство.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Закон за движение по пътищата (Обн. ДВ. бр. 20 от 5 март 1999 г. доп. ДВ. бр. 62 от 27 юли 2018 г.)
Пример
- [2] Правилник за прилагане на Закона за движение по пътищата. (Обн. ДВ. бр.25 от 22 Март 1996г. , изм. и доп. ДВ. бр.13 от 17 Февруари 2015г.)
- [3] Шумово замърсяване – Уикипедия (wikipedia.org)
- [4]<https://dv.parliament.bg/DVWeb/showMaterialDV.jsp;jsessionid=9FCE7771D8DD61EC3C3D5ED489F31693?idMat=165029>

RESEARCH ON THE INTERNAL NOISE OF A ROLLING STOCK OPERATED IN METROPOLITEN EAD

Chavdar Turlakov, Dilyana Miceva
chturlakov@vtu.bg, d.miceva@vtu.bg

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

Abstract: *The main objective of the report is to compare the noise levels of different vehicles and different routes of the underground railway (metro) of the city of Sofia.*

For the purpose of the report, experimental studies were conducted on the vehicles from the rolling stock of Metropolitan EAD of the city of Sofia, model Rusich, which are operated on metro lines 1 and 2. Noise measurements were made from the Slivnitsa metro station to the Business Park metro station and from the Obelya metro station to the Vitosha metro station. The experimental study was carried out under normal operating conditions on 21.05.2025 in the time interval from 10.30 to 15.00, within the daytime part of the day, with different vehicle loads.

The noise was measured in the different traffic modes for a certain section of the underground urban transport network. A large volume of data was obtained from the experimental studies, the results of which are shown in graphical form in this report. A detailed analysis of the results was carried out and the extremes of the noise level values were established.

During the measurement, the occupied transport capacity of the trains was in the range from 20% to 100% of seated passengers and from 0% to 20% of standing passengers. The report does not consider the morning and evening peak hours in order to focus on the technical condition of the trains, the announcement system, the condition of the aggregates for own needs, as well as the technical and structural features of the route (straight sections, curves and switches) and reaching the maximum speed of the metro train.

Key words: *underground railway, metro, metropolitan, electric transport, transport noise, noise pollution.*