



Шум в кабинах локомотива: эквивалентные зависимости



Наталья ЛОСАВИО
Natalia G. LOSAVIO

Дарья ВАСИЛЬЕВА
Daria N. VASILIEVA



Noise in Locomotive Cabins: Equivalent Dependencies

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 226)

Целью проведенного авторами исследования было установление зависимостей эквивалентных уровней звука (шума) в кабинах разного типа локомотивов от сроков их эксплуатации и времени выпуска. В процессе замеров подконтрольных параметров в определенных рабочих зонах и на основе сделанных расчетов, а также с учетом результатов аттестации рабочих мест машинистов и их помощников сделан вывод об отсутствии прямой зависимости между значениями шумовых показателей и сроками эксплуатации, а равно выпуска локомотивной техники.

Ключевые слова: железная дорога, локомотив, уровень шума, срок эксплуатации, год выпуска, безопасность труда, аттестация рабочих мест.

Лосавио Наталья Георгиевна — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и водоснабжение на железнодорожном транспорте» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия

Васильева Дарья Николаевна — эксперт по анализу факторов условий труда ООО «Отраслевой центр промышленной безопасности», Москва, Россия.

По данным ОАО «РЖД» одним из наиболее вредных факторов с точки зрения условий труда на транспорте является шум. Его доля среди других «издержек» производства достигает 37% [1]. Причем большую часть составляет шум, воздействующий на работников как при прохождении подвижного состава в непосредственной близости от зоны работ (внешний шум), так и в кабинах локомотивов. Фактические значения внешнего шума от подвижного состава колеблются в пределах от 85 до 99 дБА [2], в кабинах и машинных отделениях — от 81 до 96 дБА [3].

На железных дорогах Германии внешний шум от подвижного состава фиксируется в диапазоне от 88 до 94 дБА, в кабинах локомотивов семейства Prima (Франция) эквивалентный уровень звука при движении составляет 72 дБА [4, 5], что ниже допустимого нижнего ежедневного значения, равного 80 дБА [6].

К категории основных профессий железнодорожного транспорта, связанных с круглосуточным обеспечением движения поездов в любых климатических условиях, относятся машинист и помощник машиниста локомотива. Исследованиями ВНИИЖТ

Таблица 1

**Результаты расчета среднего
эквивалентного уровня звука в кабинах
локомотивов, введенных в эксплуатацию
с 1965 по 2013 год**

Год введения в эксплуатацию локомотива	Средние значения эквивалентного уровня звука в локомотиве, дБА
1965	84,8
1970	84,3
1975	84,4
1980	84,2
1985	84,9
1990	81,8
1996	84,5
2002	82,0
2005	84,1
2010	85,4
2013	85,0
Среднее значение	84,3±0,16

Роспотребнадзора установлено, что именно шум оказывает наиболее вредное влияние на их здоровье, вызывая такое специфическое профессиональное заболевание, как тугоухость, которая достигает 66–75% от всех профессиональных заболеваний работников локомотивных бригад [7]. Развитие тугоухости увеличивает риск возникновения аварийных ситуаций, вероятность крушения поездов и появления целого ряда социальных проблем.

По материалам аттестации рабочих мест по условиям труда были выявлены превышения значений эквивалентных уровней звука в кабинах локомотивов несмотря на то, что на стадии ввода в эксплуатацию локомотивы проходят сертификационные испытания, получают сертификат соответствия по заданным параметрам, в том числе по соответствию уровней звука. Возникает естественное желание предположить, что в процессе эксплуатации ухудшаются звукоизолирующие свойства кабин локомотивов, то есть величина эквива-

Таблица 2

**Результаты расчета среднего значения
эквивалентного уровня звука в кабинах
локомотивов серии ВЛ60 и ВЛ80**

Год введения в эксплуатацию локомотива	Средние значения эквивалентного уровня звука в локомотиве, дБА
1965	85,0
1966	85,7
1971	85,5
1972	85,2
1974	83,5
1977	83,0
1979	83,0
1980	85,0
1981	84,6
1982	83,9
1983	85,0
1984	84,8
1985	84,8
1986	84,9
1987	84,8
1988	85,8
1991	84,3
1992	85,5
1994	85,0

лентного уровня звука в них зависит от года выпуска и конструкционных особенностей подвижного состава.

Соответственно была поставлена цель установить зависимости эквивалентных уровней звука в кабинах различных типов локомотивов с различными сроками эксплуатации и годами выпуска.

Для достижения этой цели сделан анализ результатов аттестации рабочих мест машинистов и их помощников, проведенной в 2009–2013 годах Отраслевым центром промышленной безопасности на сети железных дорог России. Оценке подверглись 40 типов локомотивов различных видов движения (пассажирское, грузовое, маневровое) выпу-

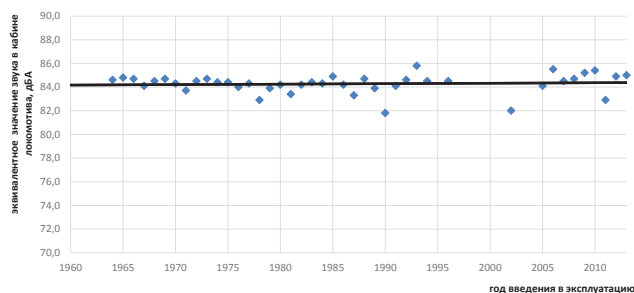


Рис. 1. Зависимость среднего эквивалентного уровня звука в кабинах локомотивов, введенных в эксплуатацию с 1965 по 2013 год.



Таблица 3

Результаты расчета среднего значения эквивалентного уровня звука в кабинах локомотивов серии ТЭМ

Год введения в эксплуатацию локомотива	Средние значения эквивалентного уровня звука в локомотиве, дБА
1969	86,7
1970	85,8
1971	84,5
1972	84,6
1973	83,8
1974	84,3
1975	85,0
1976	84,1
1977	85,0
1978	86,4
1979	85,9
1980	86,3
1981	85,4
1983	85,0
1984	85,8
1985	86,1
1987	84,5
1988	86,0

ска 1965–2013 годов. Эксперты пользовались методиками, изложенными в действующих нормативных актах [8–11].

При проведении аттестации оценивались следующие рабочие зоны: кабина при движении, кабина на стоянке, машинное отделение, открытая территория (около локомотива при его осмотре). Измерения делались на стоянках при холостых оборотах двигателя и во время движения со скоростью, равной $2/3 \pm 10\%$ от

Таблица 4

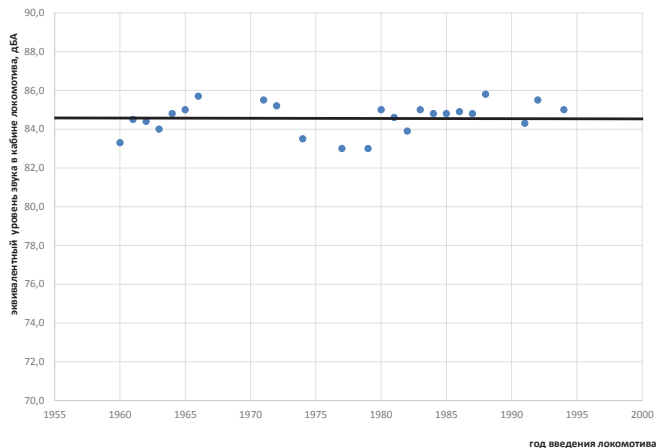
Результаты расчета среднего значения эквивалентного уровня звука в кабинах локомотивов серии ЧМЭЗ

Год введения в эксплуатацию локомотива	Средние значения эквивалентного уровня звука в локомотиве, дБА
1978	82,5
1979	82,5
1980	82,5
1981	82,5
1983	82,5
1985	82,7
1986	82,5
1987	82,5
1988	82,5
1989	82,5
1990	82,5

максимально разрешенной на данном участке эксплуатации и при реализации $2/3$ номинальной мощности двигателя [12]. Для каждой зоны была определена величина эквивалентного уровня звука с учетом времени его воздействия. Для каждого локомотива рассчитана величина эквивалентного уровня звука, воздействующего на машиниста и его помощника в течение смены.

Расчетные значения эквивалентных уровней звука в кабинах всех типов локомотивов, принятых к аналитической обработке, составили от 80 до 93 дБА. Как видно из таблицы 1, средний эквивалентный уровень звука с вероятностью 0,80 составил $84,3 \pm 0,16$ дБА, то есть превысил нормируемый уровень (80 дБА) на 4,3 дБА [13]. На основе рассчитанных данных построена диаграмма зависимости эквивалентного уровня звука в зависимости от года выпуска локомотива (рис. 1).

Рис. 2. Зависимость эквивалентного уровня звука в кабине локомотивов серии ВЛ60 и ВЛ80.



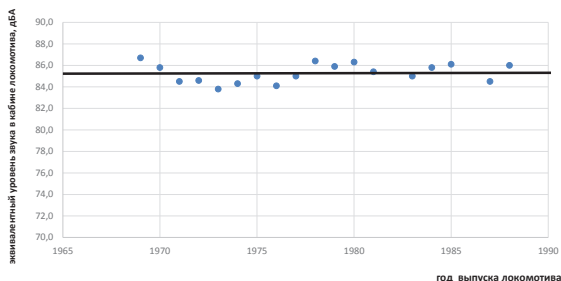


Рис. 3. Зависимость эквивалентного уровня звука в кабине локомотива серии ТЭМ.

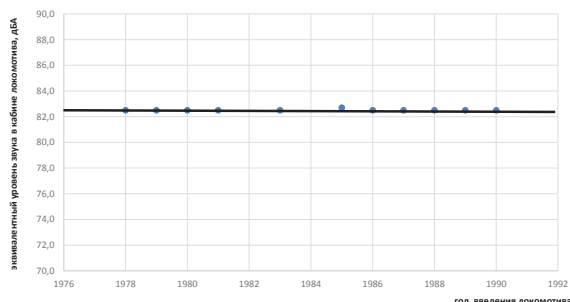


Рис. 4. Зависимость эквивалентного уровня звука в кабине локомотива серии ЧМЭЗ.

ВЫВОДЫ

Анализ результатов расчета, показанных на рис. 1, свидетельствует о том, что отсутствует прямая зависимость значений эквивалентных уровней звука в кабинах локомотивов от года их выпуска.

Выборки по видам движения локомотивов — грузовым, маневровым и пассажирским, а также по типам — тепловоз, электровагон, выпущенным различными заводами, отечественными и иностранными, опять же подтвердили этот вывод.

Так, средние эквивалентные уровни звука в кабине электровагонов серии ВЛ составили $84,6 \pm 0,21$ дБА, тепловозов серии ТЭМ — $85,3 \pm 0,27$ дБА, тепловоза серии ЧМЭЗ — $82,5 \pm 0,03$ дБА (таблицы 2–4). По рассчитанным данным были построены диаграммы зависимости эквивалентного уровня звука в кабинах различных типов локомотивов от года их выпуска (рис. 2–4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Раенок Д. Л. Работодатель и оценивающая организация: обеспечение эффективного взаимодействия // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2015. — № 2. — С. 42–48.
2. Подуст С. Ф. Анализ закономерностей шумообразования электропоездов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2012. — № 4. — С. 42–45.

3. [Электронный ресурс]. <http://ecouniver.com/8688-osnovnym-istochnikom-shuma-pri-dvizhenii.html>. Доступ 16.03.2015.

4. Снижение уровня шума на железнодорожном транспорте Европы // Железные дороги мира. — 2008 — № 3. — С. 62–66

5. Механическая часть грузовых локомотивов семейства Prima // Железные дороги мира. — 2009 — № 5. — С. 32–45

6. Защита машинистов от шума // Железные дороги мира. — 2013. — № 3. — С. 51–54.

7. Панкова В. Б., Капцов В. А., Касков Ю. Н. Гигиеническое обоснование риска развития профессиональной тугоухости у работников локомотивных бригад // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2006. — № 3. — С. 38–41.

8. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 14 с.

9. ГОСТ 12.1.050–86. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах. — М.: Стандартиформ, 2007. — 36 с.

10. ГОСТ 26918–86. Шум. Методы измерения шума железнодорожного подвижного состава. — М.: Изд-во стандартов, 2005. — 17 с.

11. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. — М., 2005. — 130 с.

12. Методические указания по применению на предприятиях и в организациях железнодорожного транспорта «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006–05». — М., 2008. — 134 с.

13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. — М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. — 13 с.

Координаты авторов: **Лосавио Н. Г.** — losavio@mail.ru, **Васильева Д. Н.** — dariya.vasilieva@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 03.03.2015, актуализирована 16.03.2015, принята к публикации 25.07.2015.



NOISE IN LOCOMOTIVE CABINS: EQUIVALENT DEPENDENCIES

Losavio, Natalia G., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.
Vasilieva, Daria N., LLC «Sector centre of industrial safety», Moscow, Russia.

ABSTRACT

The aim of authors' study was to set dependencies of equivalent levels of sound (noise) in cabins of different types of locomotives on operational life and year of manufacture of rolling stock. By measuring checkable parameters in certain work areas and by

conducting calculations, as well as with account for assessment of work places of drivers and their assistants, a conclusion was drawn on the lack of direct dependence between values of noise indicators and operational life, as well as year of manufacture the rolling stock.

Keywords: labor safety, locomotive, noise level, operational life, year of manufacture, dependencies of parameters, certification of worksites.

Background. According to JSC «Russian Railways» noise is one of the most adverse factors in terms of labor conditions in transportation sector. Its share among other «expenses» of production achieves 37% [1]. Moreover, a greater part of it is noise, affecting employees both when rolling stock is passing close to area of work (external noise), and in locomotive cabins. Actual values of external noise caused by rolling stock range from 85 to 99 dBA [2], in cabins and machine compartments – from 81 to 96 dBA [3].

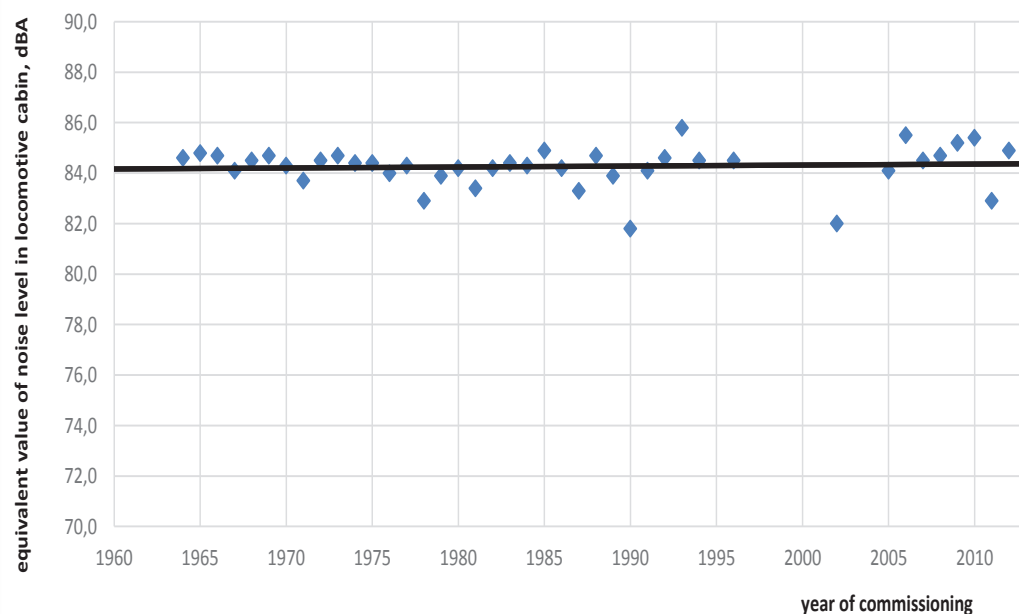
On German railway external noise caused by rolling stock is recorded in the range from 88 to 94 dBA, in cabins of locomotive type Prima (France) equivalent noise level in motion is 72 dBA [4, 5], which is below permissible low day value, which is equal to 80 dBA [6].

Categories of railway professions, connected with twenty-four-hour provision of train motion in any climatic conditions, are locomotive drivers and their assistants. The studies of All-Russian Research Institute of Railway Hygiene of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing set that it is the noise

that influences the most adversely their health, causing such a specific work-related disease as hearing loss, which amounts for 66–75% of all work-related diseases of locomotive crews members [7]. Development of hearing loss increases risk of emergency situations, probability of train accidents and emergence of a number of social problems.

According to data on assessment of work places with respect to labor conditions excess in values of equivalent noise levels in locomotive cabins was revealed, despite the fact, that at the commissioning stage, locomotives are subject to certification tests, obtain compliance certificates with binding parameters, including conformity with noise levels. There is a natural desire to suggest that during operation noise-resistant properties of locomotive cabins deteriorate, i. e. value of equivalent noise level in them is dependent on year of manufacture and design features of rolling stock.

Objective. The objective of the authors is to study noise level issues in terms of locomotive cabins with the aim to set dependencies of equivalent noise levels in cabins of locomotive of differ-



Pic. 1. Dependence of average equivalent noise level in locomotive cabins, commissioned from 1965 to 2013.

Table 1
Results of calculations of average equivalent noise level in locomotive cabins, commissioned from 1965 to 2013

Year of locomotive's commissioning	Average values of equivalent noise level in locomotive, dBA
1965	84,8
1970	84,3
1975	84,4
1980	84,2
1985	84,9
1990	81,8
1996	84,5
2002	82,0
2005	84,1
2010	85,4
2013	85,0
Average value	84,3±0,16

Table 3
Results of calculation of average value of equivalent noise level in cabins of locomotives series TEM

Year of locomotive's commissioning	Average values of equivalent noise level in locomotive, dBA
1969	86,7
1970	85,8
1971	84,5
1972	84,6
1973	83,8
1974	84,3
1975	85,0
1976	84,1
1977	85,0
1978	86,4
1979	85,9
1980	86,3
1981	85,4
1983	85,0
1984	85,8
1985	86,1
1987	84,5
1988	86,0

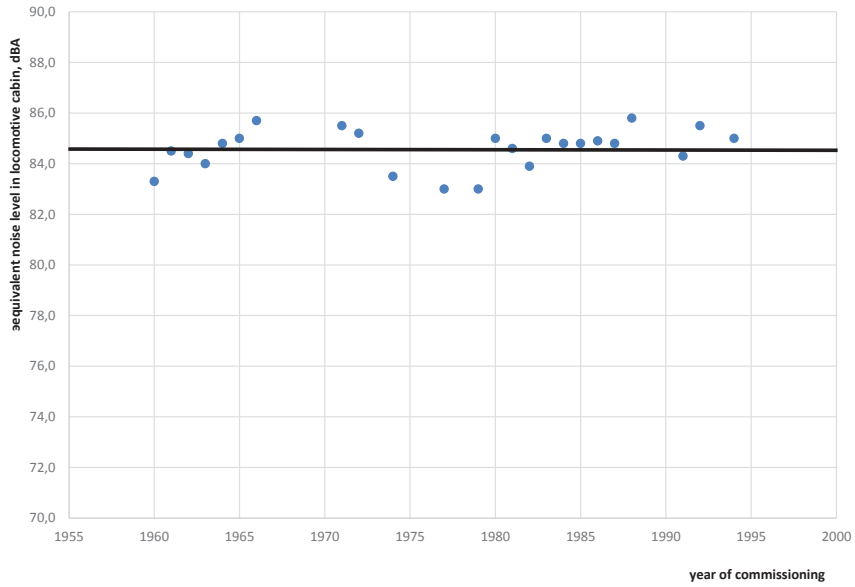
Table 2
Results of calculation of average equivalent noise level in cabins of locomotive series VL60 and VL80

Year of locomotive's commissioning	Average values of equivalent noise level in locomotive, dBA
1965	85,0
1966	85,7
1971	85,5
1972	85,2
1974	83,5
1977	83,0
1979	83,0
1980	85,0
1981	84,6
1982	83,9
1983	85,0
1984	84,8
1985	84,8
1986	84,9
1987	84,8
1988	85,8
1991	84,3
1992	85,5
1994	85,0

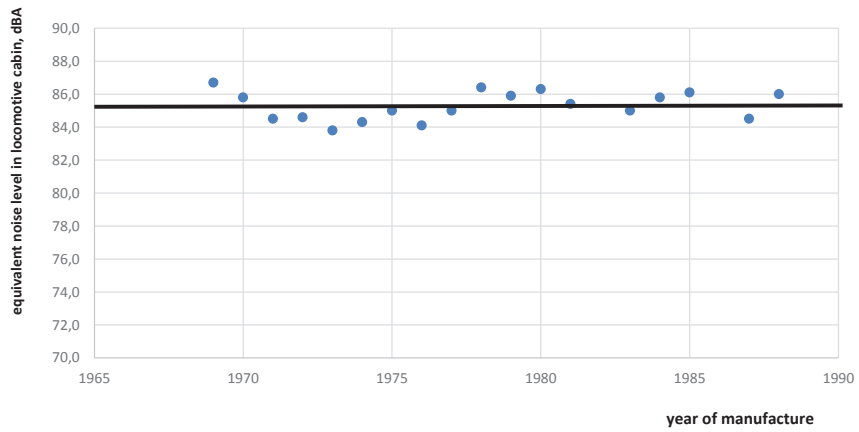
Table 4
Results of calculation of average value of equivalent noise level in cabins of locomotives series CHME3

Year of locomotive's commissioning	Average values of equivalent noise level in locomotive, dBA
1978	82,5
1979	82,5
1980	82,5
1981	82,5
1983	82,5
1985	82,7
1986	82,5
1987	82,5
1988	82,5
1989	82,5
1990	82,5

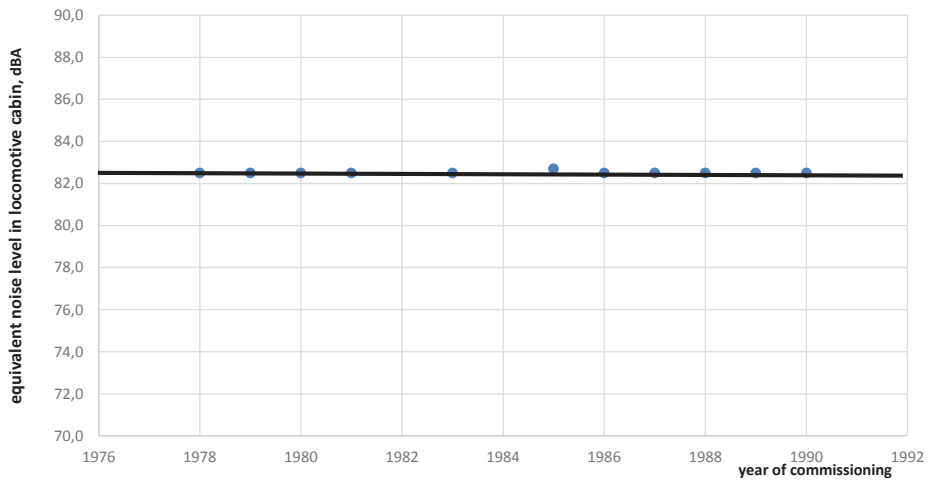




Pic. 2. Dependence of equivalent noise level in cabin of locomotives series VL60 and VL80.



Pic. 3. Dependence of equivalent noise level in cabin of locomotive series TEM.



Pic. 4. Dependence of equivalent noise level in cabin of locomotive series CHME3.

ent types on different operational life cycle and years of manufacture and first operation.

Methods. The authors use statistics analysis, content analysis, evaluation approach.

Results. To achieve this aim an analysis was conducted, based on assessment of work places of drivers and their assistants, performed in 2009–2013 by Branch centre of industrial safety on the railway network of Russia. 40 types of locomotives of different types (passenger, freight, shunting) manufactured in 1965–2013 were evaluated. The experts used methods, indicated in normative acts in force [8–11].

In assessment process the following work areas were evaluated: cabin in motion, cabin at stop, machine compartment, open space (near locomotive during its inspection). Measurements were done at stops at idle run of engine and in motion at speed equal to $2/3 \pm 10\%$ of maximum permissible on this operational site and implementing $2/3$ nominal engine power [12]. For each area a value of equivalent noise level with account of its impact was set. For each locomotive a value of equivalent noise was calculated, which affects driver and his assistant during the shift.

Calculated values of equivalent noise levels in cabins of locomotives of all types, taken for analysis, ranged from 80 to 93 dBA. As shown in Table 1, average equivalent noise level with probability of 0,80 amounted for $84,3 \pm 0,16$ dBA, i.e. exceeded standard level (80 dBA) by 4,3 dBA [13]. Based on calculated data diagram of dependence of equivalent noise level on year of locomotive's manufacture was constructed (Pic. 1).

Conclusion. Thus, average equivalent noise level in cabins of locomotives series VL amounted for $84,6 \pm 0,21$ dBA, diesel locomotives series TEM – $85,3 \pm 0,27$ dBA, diesel locomotive series CHME3– $82,5 \pm 0,03$ dBA (tables 2–4). Based on calculated data diagrams of dependence of equivalent noise level in cabins of different types of locomotives on year of their manufacture were built (Pic. 2–4).

Analysis of calculation results, shown in Pic. 1, proves that there is no direct dependence of equivalent noise level in locomotive cabins on year of their manufacture.

Samples based on types of operations (freight, shunting and passenger), type of engines (diesel locomotive, electric locomotive), date and place of manufacture (different domestic and foreign plants) confirmed this conclusion.

REFERENCES

1. Raenok, D. L. Employer and assessment organization: effective interaction [*Rabotodatel' i ocenivajushhaja organizacija: obespechenie effektivnogo vzaimodejstviya*]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*, 2015, Iss. 2, pp. 42–48.

2. Podust, S. F. Analysis of patterns of noise generation of electric trains [*Analiz zakonornostej shumobrazovanija elektropoezdov*]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*, 2012, Iss.4, pp. 42–45.

3. [Electronic source]. <http://ecouniver.com/8688-osnovnym-istochnikom-shuma-pri-dvizhenii.html>. Last accessed 16.03.2015.

4. Noise reduction on European railways [*Snizhenie urovnya shuma na zheleznodorozhnom transporte Evropy*]. *Zheleznye dorogi mira*, 2008, Iss. 3, pp. 62–66.

5. Mechanical part of freight locomotives of series Prima [*Mekhanicheskaya chast' lokomotivov semeystva Prima*]. *Zheleznye dorogi mira*, 2009, Iss. 5, pp. 32–45.

6. Protection of drivers against noise [*Zashhita mashinistov ot shuma*]. *Zheleznye dorogi mira*, 2013, Iss. 3, pp. 51–54.

7. Pankova, V. B., Kaptsov, V. A., Kaskov, Yu. N. Hygienic substantiation of the risk of occupational hearing loss among workers of locomotive crews [*Gigienicheskoe obosnovanie riska razvitiya professional'noj tugouhosti u rabotnikov lokomotivnykh brigad*]. *Bulletin VSNC SO RAMN*, 2006, Iss. 3, pp. 38–41.

8. GOST [state standard] 12.1.003–83. SSBT. Noise. General safety requirements [*GOST 12.1.003–83. SSBT. Shum. Obshhie trebovaniya bezopasnosti*]. Moscow, Izdatelstvo standartov, 2002, 14 p.

9. GOST [state standard] 12.1.050–86. SSBT. Methods for measuring noise in the workplace [*GOST 12.1.050–86. SSBT. Metody izmerenija shuma na rabochih mestah*]. Moscow, Standartinform publ., 2007, 36 p.

10. GOST [state standard] 26918–86. Noise. Methods of measuring noise of rolling stock [*GOST 26918–86. Shum. Metody izmerenija shuma zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava*]. Moscow, Izdatelstvo standartov, 2005, 17 p.

11. Guideline R2.2.2006–05. Guidelines for hygienic assessment of factors of working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions [*Rukovodstvo R2.2.2006–05. Rukovodstvo po gigienicheskoy ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda*]. Moscow, 2005, 130 p.

12. Guidelines for hygienic assessment of factors of working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions. R2.2.2006–05 [*Metodicheskie ukazaniya po primeneniju na predpriyatiyah i v organizacijah zheleznodorozhnogo transporta Rukovodstva po gigienicheskoy ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda. R2.2.2006–05*]. Moscow, 2008, 134 p.

13. SN2.2.4/2.1.8.562–96. Noise in the workplace, in residential and public buildings and residential areas. Sanitary norms [*SN2.2.4/2.1.8.562–96. Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki. Sanitarnye normy*]. Moscow, Inf.-izd. centr Minzdrava Rossii, 1997, 13 p.

Information about the authors:

Losavio, Natalia G. – Ph.D. (Eng.), associate professor at the department of Heat-power engineering and water-supply engineering on railway transport of Russian Open Transport Academy of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, losavio@mail.ru.

Vasilieva, Daria N. – expert analyst of factors of labor conditions of LLC «Sector centre of industrial safety», Moscow, Russia, dariya.vasilieva@mail.ru.

Article received 03.03.2015, revised 16.03.2015, accepted 25.07.2015.

