

## **ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ ПОНЯТНОСТИ РЕЧИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ВАГОНА ПО УРОВНЮ ШУМА**

Пропонується методика визначення рівнів транспортного шуму в пасажирських приміщеннях вагона, які забезпечать необхідну комфортабельність (по шуму). Пропонується здійснювати класифікацію пасажирських приміщень вагона залежно від досягнутого рівня шуму.

Предлагается методика определения уровней транспортного шума в пассажирских помещениях вагона, которые обеспечат необходимую комфортабельность (по шуму). Предлагается проводить классификацию пассажирских помещений вагона в зависимости от уровня шума.

A method of determining levels of transport noise in the passenger sections of a railway car is offered, which will provide the necessary comfort level on noise. It is suggested to conduct classification of passenger sections of a car depending on the noise level.

Целью работы является определение уровней транспортного шума в пассажирских помещениях вагона, при которых обеспечивается комфортабельность по критерию понятности речи.

Комфортабельность в помещениях характеризуется такими количественными параметрами как основные размеры купе, кресел, проходов, температура и влажность воздуха, уровень освещенности, уровень шума и др. Комфортабельность по шуму тем выше, чем ниже его уровень. Допустимые уровни шума для подвижного состава железнодорожного транспорта должны соответствовать требованиям комфортабельности в Украине ДСТУ 4049-2001 [1], в России – НБ ЖТ ЦЛ 201-98 [2]. Максимально допустимые уровни шума для железнодорожного транспорта регламентируются также санитарными нормами ДСН 3.3.6.037-99, Украина, [3] и СП 2.5 1198-03, Россия, [4].

Анализ допустимых уровней по санитарным нормам и по нормам комфортабельности с учетом положений, содержащихся в ГОСТ 12.1.003-83 [5], показывает:

1) уровень шума для пассажиров, места которых расположены в центральной части вагона, допускается равным уровню производственного шума для служебных отделений рефрижераторных секций, вагонов электростанций, помещений для персонала багажных и почтовых вагонов;

2) уровень шума для пассажиров, места которых расположены над тележками вагона, могут превышать уровень шума для служебных отделений рефрижераторных секций, вагонов электростанций на 5 дБ;

3) эти нормативные документы регламентируют только максимально допустимые уровни, одинаковые для разных типов и компоновок пассажирских вагонов.

На обслуживающий персонал подвижного железнодорожного состава распространяются санитарные нормы, которые определяют предельно допустимые уровни производственного шума по физиологическому воздействию на человека в зависимости от напряженности, условий, вида работы. Пассажирские места должны не только соответствовать требованиям санитарным правилам по уровню шума, но и соответствовать определенному уровню комфортабельности.

Стремительное развитие средств мобильной связи, простота и доступность определяют положение, когда почти все пассажиры железнодорожного транспорта будут пользоваться ее услугами. Микрофоны мобильных телефонов обладают высокой чувствительностью. Высокий коэффициент усиления микрофона и широкая диаграмма его направленности обеспечивают необходимое усиление голоса говорящего. При этом происходит усиление шумового фона, при котором происходит разговор. Как отмечено выше, допускаемый нормативными документами уровень звука (шума) в пассажирских помещениях вагона приравнен к шумовому фону производственного уровня.

Предлагаемая методика предназначена для количественного расчета (оценки) уровня шумового фона в пассажирских помещениях вагонов.

В основу методики положен расчет объективного параметра – понятность речи в условиях шумового фона.

Такая качественная характеристика, как понятность речи, широко применяется при акустических испытаниях помещений, таких как конференц-залов, студий, аудиторий, диспетчерских помещений и других, для оценки воз-

возможности людей общаться и воспринимать звуковую информацию в условиях шума. В системах проводной и радиосвязи проверка на понятность речи является обязательной. Характеристики понятности речи следующие:

- отличная, без переспросов, когда есть возможность людей общаться в условиях реального шума;

- хорошая, если общение проходит с переспросами редко встречающихся слов, названий, фамилий, о которых нельзя догадаться по смыслу;

- удовлетворительная, когда требуются частые переспросы, трудность общения;

- предельно допустимая, если требуются неоднократные переспросы одно и того же материала, отдельных слов по буквам и с полным слуховым напряжением.

Понятность речи определяется по количественным величинам слоговой  $S$  (%) и словесной  $W$  (%) разборчивости речи. Взаимосвязь между качественной характеристикой и количественными показателями разборчивости речи определены в ГОСТ 8031-76 [6]. Рассмотрим различные методы по определению разборчивости речи, которые применяются при акустических измерениях [7].

Прямым методом измерения понятности речи является артикуляционный метод. Бригада артикулянтов (специально натренированных операторов) записывают в особые таблицы слова, звукосочетания, слоги, которые читает диктор со строгим соблюдением специальных правил. Обработка результатов – сравнительный анализ эталонных и рабочих таблиц.

Еще в 1957 г. был введен метод измерения разборчивости речи – формантный метод, свободный от ряда недостатков артикуляционных методов. Формантный метод основан на том, что человек точно может определить уровень звука, при котором он достигает порога слышимости. Изменяя уровень звукового давления, создаваемый генератором шума, получают уровень порога слышимости, соответствующий воздействию этих шумов на слух человека. Меняя уровень звукового давления, создаваемого тональным генератором, получают тот же уровень порога слышимости, что и для шумов в полосе равной разборчивости. Величина изменения уровня отражает степень ощущения речи.

Предлагается следующий алгоритм расчета транспортного шума в пассажирских помещениях вагона по критерию понятности речи. Алгоритм основан на форматно-объективном методе, в основу которого приняты положения, содержащиеся в [7]. Расчет произведен в следующей последовательности:

1. Для анализа рассмотрены октавные полосы со средне геометрическими частотами от

125 Гц до 8000 Гц. Этот диапазон полностью включает частотный диапазон звуков речи, имеющий диапазон от 150 Гц до 7000 Гц.

2. Исходные данные уровней речевого сигнала  $B_p$  приведены в табл. 1, согласно [7].

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Интенсивность речевого сигнала $B_p$		Диапазон уровней звукового давления шума $B_{ш}$ , дБ		
октавная полоса, Гц	уровень, дБ	минимальное значение	шаг сетки	максимальное значение
125	64,3	57,0	0,44	78,0
250	67,9	49,0	0,83	73,0
500	66,9	44,0	0,92	68,0
1 000	61,5	40,0	0,89	65,0
2 000	57,0	37,0	0,86	62,0
4 000	53,0	35,0	0,8	60,0
8 000	48,5	33,0	0,72	59,0

3. Уровни звукового давления в октавных полосах частот  $B_{ш}$  приняты по индексам нормировочных кривых согласно ОСТ 24.050.18-82 [9], ДСН 3.3.6.037-99 [3]. Весь диапазон возможных уровней звукового давления в каждой октавной полосе (см. табл.1) разбит на сетку с шагом 0,44...0,92 дБ.

4. Расчет уровня формант  $E_{\phi}$  произведен по формуле

$$E_{\phi} = B_p - B_{ш}. \quad (1)$$

5. Выполнен расчет коэффициентов разборчивости  $W_{p,n}$  в полосах частот от уровня формант  $E_{\phi}$ .

5.1. Если уровень формант  $E_{\phi}$  находился в пределах 0...18 дБ, то  $E_{\phi}$  определен по формуле

$$W_{p,n} = (E_{\phi} + 6) / 30. \quad (2)$$

5.2. Если уровень формант  $E_{\phi}$  находился в пределах -12...0 дБ, то  $E_{\phi}$  определен по формуле

$$W_{p,n} = (E_{\phi} + 6) / 30 + 0,06(-E_{\phi}/6)^{1,807}. \quad (3)$$

6. Расчет коэффициентов разборчивости  $W_p$  произведен по формуле

$$W_p = 1/8 \cdot \sum_{\kappa=1}^8 W_{p,\kappa} \quad (4)$$

7. В зависимости от коэффициента разборчивости речи  $W_p$ , определена категория помещения. В табл. 2 приведена взаимосвязь между качественной характеристикой и количественными показателями разборчивости речи по ГОСТ 8031-76 [6], [7, табл. 10.6 и 10.2].

8. Все вычисления выполнены с применением программы Excel. Из массива расчетов выбран диапазон уровней звукового давления и соответствующий ему диапазон разборчивости речи. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 2

**Категория помещений по критерию понятности речи**

Разборчивость речи $W_p$ , отн. единиц	Понятность речи, %		Категория помещения
	слоговая $S$	словесная $W$	
свыше 0,510	св. 80	св. 98	отличная
0,315...0,500	57...80	94...98	хорошая
0,225...0,310	41...56	88...93	удовлетворяет
0,145...0,220	25...40	75...87	предельно допустимая

Таблица 3

**Возможная классификация пассажирских помещений по уровню шума**

В полосе со среднегеометрической частотой, Гц	Классификация помещения			
	Россия	Украина	Россия	Украина
	Люкс / особо высокого класса, (отличная понятность речи), уровень звукового давления, дБ, не более	1 класс / высокого класса (хорошая понятность речи), уровень звукового давления, дБ, не более	2 класс / повышенного класса (понятность речи – удовлетворительная), уровень звукового давления, дБ, не более	3 класс / обычный класс (понятность речи – предельно допустимая), уровень звукового давления, дБ, не более
125	64,1	64,4...69,5	69,8...72,0	72,3...74,9
250	57,1	57,4...63,3	63,6...66,2	66,5...69,4
500	52,1	52,4...58,3	58,6...61,2	61,5...64,4
1 000	48,4	48,8...54,9	55,2...57,9	58,2...61,3
2 000	45,4	45,8...51,9	52,2...54,9	55,2...58,3
4 000	43,4	43,8...48,9	50,2...52,9	53,2...56,3
8 000	41,8	42,1...48,5	48,6...48,8	52,0...55,1

Сравнение полученных значений уровней звукового давлений с максимально допустимыми уровнями шума по нормативным документам показывает следующее. Уровень шума в пассажирских помещениях отвечает критерию понятности речи как «удовлетворительная». Пассажирские помещения, расположенные над тележками, отвечают критерию понятности речи как «предельно допустимая».

### Выводы

Схему расчета можно взять за основу методики для расширенного анализа результатов испытаний по измерению уровней шума.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 4049-2001 Вагоны пасажирські магістральні локомотивної тяги. Вимоги безпеки.

2. НБ ЖТ ЦЛ 201-98 Вагоны пассажирские железнодорожные. Нормы безопасности.  
 3. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.  
 4. СП 2.5.1198-03 Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.  
 5. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.  
 6. ГОСТ 8031-76 Аппараты телефонные. Тональный метод измерения разборчивости речи.  
 7. Ефимов А. П. Акустика. Справочник. – М., Радио и связь, 1989.  
 8. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М. Радио и связь, 1962.  
 9. ОСТ 24. 050.18-82 Вагоны пассажирские и рефрижераторные. Шумовые характеристики. Нормы и методы измерения.

Поступила в редколлегию 10.10.2006.