

УДК 656.13

## **ТРАНСПОРТНОЕ ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Кучерова Анна Александровна  
магистр*

*Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета,  
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

*Kucherova Anna Alexandrovna*

*Master of the Department of Road Construction Machines Kazan State University of  
Architecture and Civil Engineering, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan*

### **Аннотация**

Автомобильный транспорт - объект экологической опасности. Основная форма его негативного воздействия на человека, кроме загрязнения водных ресурсов и почвы, является гибель и телесные повреждения в дорожных авариях, ухудшение трудовых условий и отдыха из-за вредного атмосферного воздуха с пылью, выхлопных газов, транспортного шума, вибрации от автомобилей.

Целью исследования является определение фактического уровня шума от движения автомобильного транспорта в населенном пункте, соответствия его допустимым требованиям, подбор способов защиты от шумового загрязнения, как одного из факторов, наиболее отрицательно влияющих на экологию.

Влияние шумового загрязнения изучалось на примере поселка Васильевка Буинского района республики Татарстан, где, согласно результатам исследований, фактический уровень шума в 76,5 дБА у фасадов жилых зданий оказался намного выше допустимого. Наиболее технологичным и экономически эффективным, согласно расчетам, определен способ устройства звукоизоляционных конструкций.

Шумовое загрязнение является одной из причин возникновения многочисленных болезней и появления глухоты. Как показали исследования, обеспечение допустимого уровня шума возможно даже в стесненных условиях населенных пунктов, если оградить людей от влияния шумового загрязнения установкой звукоизоляционных окон и других конструкций.

**Ключевые слова:** шумовое загрязнение, автомобильный транспорт, автомобильная дорога, транспортный поток, эквивалентный уровень шума, шумозащитные экраны.

## NOISE POLLUTION IN SETTLEMENTS AND ENVIRONMENTAL SAFETY

### Abstract

Road transport is an environmental hazard object. The main form of its negative impact on humans, in addition to pollution of water resources and soil, is death and injuries in road accidents, deterioration of labor conditions and rest due to harmful atmospheric air with dust, exhaust gases, transport noise, vibration from cars.

The purpose of the study is to determine the actual level of noise from the traffic of road transport in the settlement, to meet its permissible requirements, to select methods of protection against noise pollution, as one of the factors most negatively affecting the environment.

The impact of noise pollution was studied on the example of the village Vasilevka Buinsky district of the Republic of Tatarstan, where, according to the results of the research, the actual noise level of 76.5 dBA at the facades of residential buildings was much higher than permissible. The most technological and cost-effective, according to calculations, is the method of arrangement of sound-insulating structures.

Noise pollution is one of the causes of numerous diseases and deafness. As studies have shown, it is possible to ensure the permissible level of noise even in tight conditions of settlements, if to protect people from the influence of noise pollution by installation of sound insulation windows and other structures.

**Keywords:** noise pollution, road transport, road, traffic flow, equivalent noise level, noise protection screens.

### Введение

XXI век для России характерен взрывными темпами автомобилизации, и, как следствие, высоким уровнем шумового загрязнения. Транспортный шум или как его еще называют шумовое загрязнение – один из наиболее опасных факторов, относящихся к нарушениям окружающей среды. Современным крупным городам, да и другим населенным пунктам характерно высокое шумовое загрязнение, уровень которого чаще всего выше допустимых требований.

Отметим, что в таких городах, как Рим, Мехико, Париж, Москва эквивалентные уровни звука достигают 75-80 дБА при нормативном 45-55 дБА [5]. Как показывает практика, ежегодный рост числа автомобилей повышает уровень шума в населенных пунктах на 0,5-1,0 дБА, несмотря на ужесточение норм к транспортным средствам в части снижения шумового загрязнения [1] и требованиям к созданию «тихий» автомобилей.

Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена ужесточением требований к шумовому загрязнению населенных пунктов, через которые проходят автомобильные дороги, от транспортных средств, наиболее отрицательно влияющих на экологию. Задачами исследования являются подбор возможных способов защиты от шумового загрязнения для обеспечения комфортного проживания жителей и соответствия экологических норм и параметров с учетом технологичности и экономической целесообразности их устройства на территории населенного пункта.

### **Анализ влияния транспортного шума на экологическую безопасность**

Вред, наносимый транспортом окружающей среде, неизбежен и возникает вопрос: как снизить процесс загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом? Мировой опыт подтверждает, что экологические проблемы можно решить только комплексно:

- использование невреда для природы топлива;
- применение альтернативных видов энергии;
- создание экологически безвредных (с низким выбросом вредных веществ и шума)

транспортных средств;

- правильная эксплуатация автомобилей;

- широкая агитационная работа о необходимости улучшения состояния окружающей среды с проведением акций - мероприятий как «День без автомобиля» и др. Таким образом, требуется система обеспечения экологической безопасности, в свою очередь экологизации транспорта.

Источниками воздействия автомобильного транспорта на окружающую природную среду являются:

- транспортные средства, движущиеся по автомобильной дороге;

- конструктивные элементы и дорожные сооружения: дорожное полотно, дорожная одежда, водоотводные и водопропускные сооружения;

- объекты придорожного сервиса автомобильной дороги: площадки отдыха, автобусные остановки, а так же не входящие в состав дороги здания пунктов питания, автозаправочных станций.

Экологически безопасным считается такое состояние автомобильной дороги, при котором:

- нарушение и загрязнение природной среды придорожной территории, формируемые и обусловленные инженерными сооружениями и конструкциями дороги, отсутствуют или являются минимально возможными при существующих технологиях и современных требованиях народного хозяйства;

- созданы условия, обеспечивающие минимально возможное (при существующих технологиях и требованиях народного хозяйства) воздействие на природу со стороны автомобильного транспорта, находящегося на автомобильной дороге [5].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признает транспортный шум как серьезную опасность, так как он влияет на риск развития не только глухоты, но и болезней сердца, нервной системы. Согласно [9], примерно 50 000 человек каждый год умирают преждевременно от сердечных приступов, вызванных именно шумом от автомобильного транспорта. Около 200 000 человек страдают от сердечно-сосудистых заболеваний и болезней нервной системы.

Уровень шума зависит от ряда причин и к ним относятся:

- интенсивность транспортного потока;
- скорость транспортного потока;
- состав транспортного потока (грузовые и крупногабаритные автомобили создают большее шумовое загрязнение, чем легковые);
- тип двигателя;
- качество дорожного покрытия;
- планировочные решения территорий и др.

Отметим, что продолжительность шумового воздействия, кроме интенсивности и высоты звука, отрицательно отражается на состоянии слуха и общего здоровья человека. Длительный и постоянный шум негативно влияет на центральную нервную систему, приводит к переутомлению и понижению внимания, в результате нарушается координация движений, снижается работоспособность, что зачастую создает аварийную ситуацию на дороге.

Подчеркнем, что развитие населенных пунктов сопровождается ростом интенсивности транспортных потоков, созданием производственных объектов, которые становятся источниками шума. Но основными источниками шума останутся все виды транспорта — автомобильный, железнодорожный, воздушный, а также городской. Недопустимый уровень шумового загрязнения транспорта будет сопровождать жителей в продолжение всей жизни и имеет тенденцию к усилению.

Для конкретизации методов и средств снижения уровня шумового загрязнения рассмотрим движение ТП по дороге федерального значения Р-241 Казань-Буинск-Ульяновск по территории поселка Васильевка Буинского района республики Татарстан.

В соответствии [5] дорога относится ко второму классу экологической опасности — «это объекты, оказывающие существенное воздействие на окружающую среду: дороги II и

III категории с расчетной (перспективной) интенсивностью движения более 2000 ед. в сутки и сооружения на них».

Участок рассматриваемой дороги в населенном пункте имеет следующие характеристики:

- фактическое количество транспортных средств, проходящих через сечение улицы в единицу времени – 558 ед/час;
- скорость ТП на территории поселка – 40 км/ч;
- соотношение числа грузовых автомобилей и автобусов к общему количеству транспортных единиц в потоке – 46%;
- дорога 3 технической категории, покрытие асфальтобетонное;
- расстояние от оси полосы движения до жилых построек – 11,0 м (см. Рисунок 1).

### Расчет уровня шума в населенном пункте

Определение уровня звука в расчетной точке проводилось по схеме, где представлен поперечный профиль автомобильной дороги с указанием расстояния от расчетной точки до жилой застройки, источника шума (см. рисунок 1).

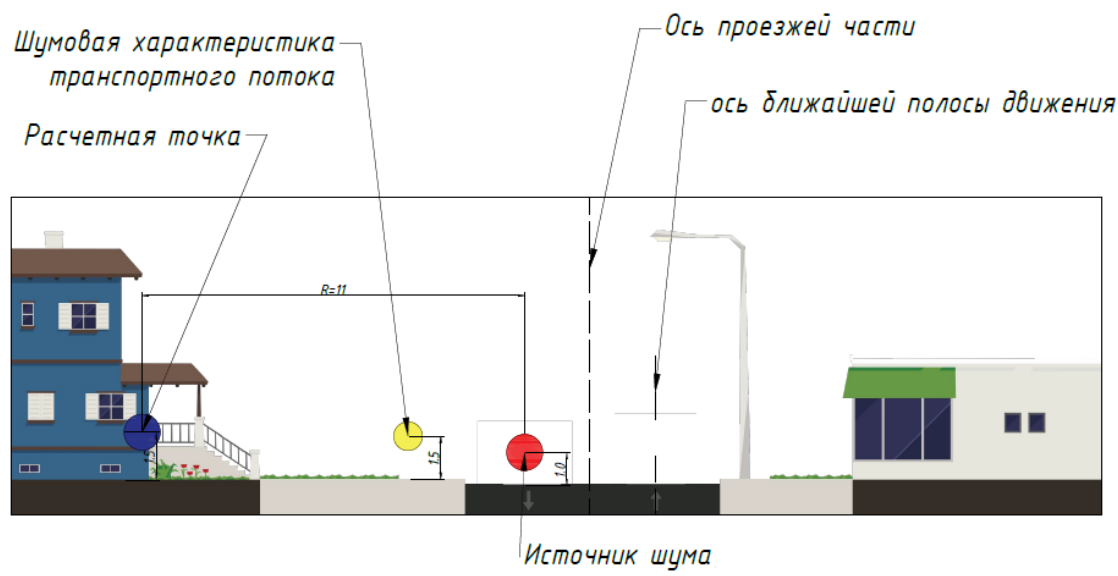


Рис.1. Схема расчета эквивалентного уровня звука в расчетной точке в поперечном профиле

Эквивалентный уровень звука в расчетной точке определяется по формуле [2]:

$$L_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10\lg(N) + 13.3\lg(v) + 4\lg(1 + \rho) + \Delta L_{A1} + \Delta L_{A2} + \Delta L_{A3} + 15\text{дБА}, \quad (1)$$

где  $N$  – интенсивность движения транспорта на рассматриваемом участке, ед/час;

$v$  – средняя скорость ТП на рассматриваемом участке, км/час;

$\rho$  – соотношение числа грузовых автомобилей и автобусов к общему количеству транспортных единиц в потоке, %;

$\Delta L_{A1}$  – поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части (ПЧ) дороги;

$\Delta L_{A2}$  – поправка, учитывающая количество полос движения;

$\Delta L_{A3}$  – поправка, зависящая от продольного уклона ПЧ.

$$L_{A_{\text{Экв}}} = 10 \lg(558) + 13.3 \lg(40) + 4 \lg(1 + 46) + 0 + 2 + 7 + 15 \text{дБА} = 79.5 \text{дБА}$$

Уровень прямого неэкранированного звука в расчетной точке определяется согласно [2] по формуле:

$$L_{A_{\text{Экв}}}^{\text{п}} = L_{A_{\text{Экв}}} - \Delta L_{A_{\text{Рас}}} \mp \Delta L_{A_{\text{Пок}}} - \Delta L_{A_{\text{Зел}}} - \Delta L_{A_{\alpha}}, \quad (2)$$

где  $L_{A_{\text{Экв}}}$  – эквивалентный уровень звука, дБА;

$\Delta L_{A_{\text{Рас}}}$  – снижение уровня шума (зависит от расстояния источника шума до расчетной точки), дБА;

$\Delta L_{A_{\text{Пок}}}$  – снижение или увеличение уровня шума (зависит от материала покрытия ПЧ), дБА;

$\Delta L_{A_{\text{Зел}}}$  – влияние на уровень шума лесополос, дБА;

$\Delta L_{A_{\alpha}}$  – влияние на уровень шума ограничения угла видимости дороги с расчетной точки, дБА.

$$L_{A_{\text{Экв}}}^{\text{п}} = 79.5 - 2 - 1 - 0 - 0 = 76.5 \text{дБА}$$

В соответствии [4] нормативное значение допустимых уровней звука в расчетной точке в дневное время равен 55 дБА, в ночное время 45 дБА.

Требуемая величина снижения звукового загрязнения (в дБА) определяется по формулам [4]:

$$\Delta L_{A_{\text{Треб,Д}}} = L_{A_{\text{Экв}}} - L_{A_{\text{Экв.доп,Д}}} = 76,5 - 55 = 21,5 \text{дБА},$$

$$\Delta L_{A_{\text{Треб,Н}}} = L_{A_{\text{Экв}}} - L_{A_{\text{Экв.доп,Н}}} = 76,5 - 45 = 31,5 \text{дБА}.$$

Следовательно, требуемое снижение уровня шума у фасадов жилы домов в дневное время составит 21,5 дБА, а в ночное время - 31,5 дБА.

### **Методы снижения транспортного шума в населенных пунктах**

Методические и нормативные источники рекомендуют ряд способов снижения уровня шума от автомобильного транспорта. Изучим самые распространенные из них с целью применения их для снижения шума от транспортных средств.

Наибольшее предпочтение отдается устройству экранов. Конструкция экрана представляет собой препятствие между источником шума и жилым помещением. Экраны сооружаются из самых различных материалов (дерево, стеклопластик, поликарбонат и др.) в

виде стенок и различных архитектурных форм, размеров (по расчету). Функция экранов - предотвращение доступа транспортного шума до жилых помещений и застроек (см. Рисунок 2).



Рис.2. Схема работы шумозащитного экрана:

*а – звукоотражение;*

*б – шумопоглощение*

Эффективность снижения акустических воздействий экранами доходит до 16 дБА [2]. Однако в поселке Васильевка, согласно расчетам, необходимо снизить уровень шума на 31,5 дБА, следовательно, шумозащитные экраны не могут удовлетворять данное требование.

Следующим способом защиты от шума является посадка зеленых насаждений. На практике шумозащитные лесополосы выполняют роль усиления для других устройств снижения уровня шумового загрязнения.

Эффект снижения шума лесополосами достигается в результате поглощения и отражения листвой кроны деревьев звуковых волн. Причем степень снижения уровня шума зависит от геометрической формы, ширины, количества рядов лесополосы, плотности, густоты деревьев и кустарников в ней.

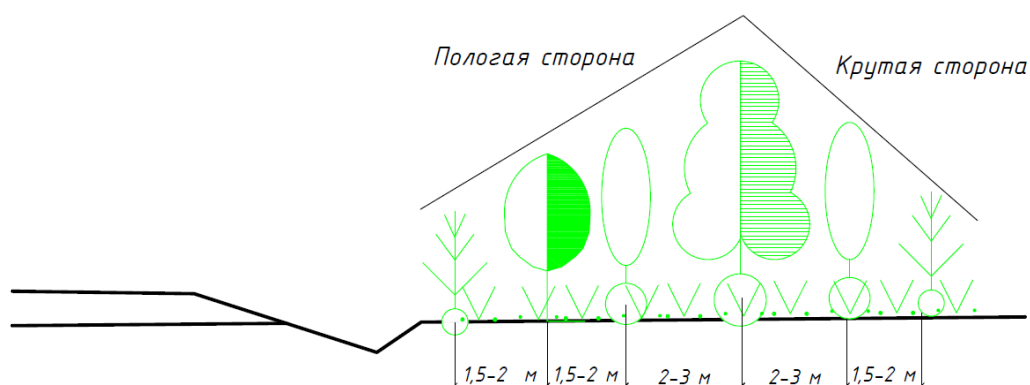


Рис. 3. Схема шумозащитных зеленых насаждений

При успешном формировании шумозащитной лесополосы, под которой понимается лесонасаждения шириной 10 м, высотой адаптированных к местности деревьев около 8 м, кустарников до 2 м (см. Рисунок 3), можно добиться снижения уровня шума на 10-12 дБА

[3]. Таким образом, устройство шумопоглощающих насаждений в поселке не представляется возможным из-за расстояний от дороги до жилых застроек.

Рассмотрим возможность снижения шума с помощью звукоизоляционных окон. Обыкновенные окна являются слабым средством защиты от транспортного шума, по сравнению со стеновыми строениями. Но при установке специальных оконных конструкций, рассчитанных на повышенное поглощение акустических сигналов, их можно рассматривать как наиболее технологичный и эффективный способ защиты от звуковых загрязнений. Отметим, что современный строительный рынок представлен широким спектром оконных конструкций с повышенной звукоизоляцией и воздухопроницаемостью. Правильный подбор типа остекления в раму каркаса обеспечит определенный уровень шумоизоляции. Так, например:

- одинарное остекление обеспечивает значения звукоизоляции ( $R^{\text{окна}}$ ) от 25 дБА до 30 дБА;
- многослойное стекло - от 30 дБА до 34 дБА;
- многослойное стекло с шумозащитной пленкой или антирезонансным стеклопакетом - от 40 дБА до 50 дБА [6,7]..

Согласно [2], подбор окон от транспортного шума делится на два этапа:

- первый – установка шума транспортного потока у фасада здания (ранее рассчитанное значение  $L_{A\text{экв}} = 76,5$  дБА);

- второй – установка требуемого снижения уровня в расчетной точке (так как необходимо снизить уровень шума внутри жилого помещения, то и расчетная точка будет находиться в той комнате, где планируется замена окна) по формуле:

$$\Delta L_A^{\text{TP}} = L_{A\text{экв}} - L_A^{\text{доп}}, \quad (3)$$

где  $L_A^{\text{доп}}$  - установленный допустимый уровень шума в данном помещении (согласно [8]  $L_A^{\text{доп}} = 30$  дБА – в ночное время,  $L_A^{\text{доп}} = 40$  дБА в дневное время).

Следовательно, по формуле 3, фактический внешний уровень шума в ночное время необходимо снизить на  $\Delta L_A^{\text{TP}} = 76,5 - 30 = 46,5$  дБА, а в дневное время на  $\Delta L_A^{\text{TP}} = 76,5 - 40 = 36,5$  дБА.

Зная, что имеется огромный спектр окон повышенной звукоизоляции, для снижения уровня шума до допустимых показателей определим конструкцию звукоизоляционного окна в поселке Васильевка.

Далее по формуле 4 [2] определяется величина требуемой звукоизоляции окна:

$$R_A^{\text{треб}} = \Delta L_A^{\text{TP}} + 10 \lg \left( \frac{S_0}{A} \right), \quad (4)$$

где -  $S_0$  – площадь окна ( $S_0=1,8$  принимается окно стандартный тип окна, размер 1500x1200, двухстворчатое, с поворотно-откидным механизмом);



$A$  – площадь звукопоглощения ( $A=42 \text{ м}^2$ )

Таким образом, требуется окно со звукоизоляцией, равной  $R_A^{\text{треб}} = 46,5 + 10 \lg\left(\frac{1,8}{42}\right) = 35,8205 \text{ дБА}$  для обеспечения нормативной звукоизоляции в ночное и дневное время.

Выбранная конструкция окна должна иметь характеристики, при которых выполняется условие неравенства 5:

$$R_{\text{окна}} \geq R_A^{\text{треб}}, \quad (5)$$

Затраты на замену обычных окон в поселке с установкой звукоизоляционных конструкций рассчитаны из следующих предположений:

- в каждом доме заменяется по 5 окон;
- количество домов, расположенных на первой фронтальной линии к дороге согласно кадастровой карте (см. Рисунок 4) - 65.



Рис. 4. Кадатровая карта поселка Васильевка

Анализ расценок строительного рынка показал, что средняя стоимость на установку звукоизоляционного окна, удовлетворяющего требованиям шумозащиты, колеблется в пределах 25 000 тыс.руб [6,7].

Расчет затрат на установку звукоизоляционных конструкций окон марки Rehau с тройным остеклением триплекс [6,7] сведен в таблицу 1.

Триплекс – это трехслойное стекло, состоящее из двух силикатных стекол толщиной 3-6 мм. Они склеены между собой специальной смолой или полимером, что увеличивает

звукоизоляцию пластикового окна. Пространство в камере между стеклами окна заполнено инертным газом, так как звук через газы проходит медленнее, чем через воздух.

Таблица 1

**Затраты на установку звукоизоляционных окон.**

Схема остекления, стекло (в мм) и воздушный промежуток (в мм)	Конструкция устройства уплотнителей (ед.)	Снижение уровня шума дБА	Общая стоимость, руб.
6 х 15 х 4 х 20 х 5	2	39	25 000х325= 8 125 000 руб.

**Заключение**

Таким образом, влияние автомобильного транспорта на окружающую среду обуславливается большой популярностью и становлением его одним из составляющих «образа жизни» населения: почти каждый обладает автомобилем, поэтому объемы выброса вредоносных веществ в воздух и шумового загрязнения будут только увеличиваться. На автомобильной дороге федерального значения Р-241 Казань-Буинск-Ульяновск, проходящей через поселок Васильевка Буинского района, где жилая застройка находится в 5-8 метрах от бровки, по нормам допустимый уровень звука у жилых домов не должен превышать 45 дБА в ночное и 55 дБА в дневное время [3]. В соответствии проведенных измерений фактического уровня шумового загрязнения у жилых домов поселка показатель шума доходит до 76,5 дБА, что превышает санитарные нормы на 46,5 дБА ночью, и на 36,5 дБА в дневное время, при допустимых значениях шум в жилой комнате должен иметь значения 30 дБА – ночью, 40 дБА – днем.

Как отмечают нормативные документы, шум свыше 80 дБА вреден для человеческого организма и акустическое раздражение накапливаясь, может вызвать необратимые последствия: неврологические заболевания; головокружение; оглушение; рассеянность; болезни сердца, печени. Отметим, что влияние шума на вестибулярный аппарат снижает рефлексы, из-за чего происходят несчастные случаи, в том числе и дорожно-транспортные происшествия.

Основываясь на результатах исследования, в качестве средства, снижающего шум внутри жилых домов, наиболее эффективной оказалась замена обычных окон на окна повышенной звукоизоляции. Затраты на это мероприятие составят порядка 8 125 000 руб.

**Список библиографических ссылок**

1. Васильев А. В. Шум как фактор экологического риска в условиях урбанизированных территорий, NOISE Theory and Practice 2015, стр. 27–40.
2. Куприянов В.Н. /. Проектирование защиты от шума: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 112с.
3. ОДМ 218.011-98 Автомобильные дороги общего пользования «Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог». [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006888> (дата обращения: 12.11.19).
4. ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам». [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096658> (дата обращения: 12.11.19).
5. ОДН 218.5.016-2002 Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги . [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kigan.ru/content/view/7/2/> (дата обращения: 11.11.19).
6. Пластиковые окна. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.panokna.ru/plastikovye-okna/rehau/blitz/> (дата обращения: 11.11.19).
7. Пластиковые окна. Остекление. Звукоизоляция. [Электронный ресурс]. – URL: <https://okna-blitz.ru/svoimi-rukami/klass-zvukoizolyatsii-okon-pvh-kak-podobrat-okna-ot-shuma.html> (дата обращения: 11.11.19)
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/4174553/> (дата обращения: 11.11.19).
9. Can you hear us? Why it is finally time for the EU to tackle the problem of noise from road and rail traffic./T&E-European Federation for Transport and Environment publications, 2008, T&E 08/1, 12p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.net/17126308-Can-you-hear-us-why-it-is-finally-time-for-the-eu-to-tackle-the-problem-of-noise-from-road-and-rail-traffic.html> (дата обращения: 11.11.19).

### References

1. Vasilyev A. V. Noise as a factor of ecological risk in the conditions of urbanized territories, NOISE Theory and Practice 2015, pp. 27-40.
2. Kupriyanov V.N./. Noise protection design: Tutorial. - Kazan: KGASU, 2010. - 112с.
3. IRT 218.011-98 Public Roads "Methodological Recommendations on Road Greening." [Electronic Resource]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006888> (contact date: 12.11.19).

4. IRT 218.2.013-2011 "Methodological Recommendations for Protection against Transport Noise of Areas Adjacent to Roads." [Electronic Resource]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096658> (contact date: 12.11.19).

5. IRR 218.5.016-2002 Road safety indicators and standards. [Electronic resource]. - URL: <http://www.kigan.ru/content/view/7/2/>(date of the address: 11.11.19).

6. Plastic windows. [Electronic resource]. - URL: <https://www.panokna.ru/plastikovye-okna/rehau/blitz/>(date of the address: 11.11.19).

7. Plastic windows. Glazing. Sound insulation. [Electronic resource]. - URL: <https://okna-blitz.ru/svoimi-rukami/klass-zvukoizolyatsii-okon-pvh-kak-podobrat-okna-ot-shuma.html> (date of the address: 11.11.19)

8. Sanitary standards SN 2.2.4/2.1.8.562-96 "Noise at workplaces, in premises of residential, public buildings and on the territory of residential development." [Electronic resource]. - URL: <http://base.garant.ru/4174553/>(date of the address: 11.11.19).

9. Can you hear us? Why it is finally time for the EU to tackle the problem of noise from road and rail traffic, /T&E-European Federation for Transport and Environment publications, 2008, T&E 08/1, 12p. [Electronic resource]. - URL: [https://docplayer.net/17126308 - Can - you - hear - us - why - IT is-finally-time-for-the-EU-to-tackle-the-problem-of-noise-from-road-and-rail-traffic.html](https://docplayer.net/17126308-Can-you-hear-us-why-it-is-finally-time-for-the-EU-to-tackle-the-problem-of-noise-from-road-and-rail-traffic.html) (date of the address: 11.11.19).