

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ МЕТОДА ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

П. Н. Саньков, В. В. Гилёв, В. Н. Макарова, Н. А. Ткач

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
ул. Чернышевского, 24, а. Днепропетровск, 49005, Украина. E-mail: hilyov_v@mail.ru

В. С. Бахарев

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

Украина на мировом и европейском уровнях имеет не высокие качественные показатели, характеризующие уровень жизнедеятельности населения. Объекты градостроительного проектирования представляют собой системы, элементы которых находятся в сложных взаимоотношениях, а потому их и сложно оценивать. Необходимы методологии для экспресс-оценки отдельных факторов. Охрана окружающей среды является одной из важных проблем современности. Целью работы является сравнение данных полученных с помощью натуральных измерений и методом экспресс-оценки по фактору шумового загрязнения примыкающей территории. Предложенный авторами метод экспресс-оценки шумового загрязнения территории микрорайонов с многоэтажной застройкой позволяет сократить время мониторинга уровня обеспечения экологической безопасности населения рассматриваемой территории, по сравнению с инструментальными методами определения данного показателя. Исследования проведены на селитебной территории по ул. Молодогвардейская в городе Днепропетровске. В качестве шумозащиты данной территории предложен специальный экран, конструкция которого защищена Украины.

Ключевые слова: экспресс-оценка, шумовое загрязнение, селитебная территория.

ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ МЕТОДА ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ СЕЛЬБИЩНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

П. М. Саньков, В. В. Гільов, В. М. Макарова, Н. О. Ткач

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
вул. Чернишевського, 24, а. Дніпропетровськ, 49005, Україна. E-mail: hilyov_v@mail.ru

В. С. Бахарев

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

Україна на світовому та європейському рівнях має не високі якісні показники, які характеризують рівень життєдіяльності населення. Об'єкти містобудівного проектування являють собою системи, елементи яких перебувають у складних взаєминах, а тому їх і складно оцінювати. Необхідні методології для експрес-оцінки окремих факторів. Охорона навколишнього середовища є однією з важливих проблем сучасності. Метою роботи є порівняння даних отриманих за допомогою натурних вимірів і методом експрес-оцінки за фактором шумового забруднення примыкающей території. Запропонований авторами метод експрес-оцінки шумового забруднення території микрорайонів з багатоповерховою забудовою дозволяє скоротити час моніторингу рівня забезпечення екологічної безпеки населення розглянутої території, в порівнянні з інструментальними методами визначення даного показника. Дослідження проведені на сельбищній території по вул. Молодогвардійська в місті Дніпропетровську. В якості шумозахисту даної території запропонований спеціальний екран, конструкцію якого захищено патентом України.

Ключові слова: експрес-оцінка, шумове забруднення, сельбищна територія.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Неблагоприятное состояние окружающей среды, в последнее время, все более угрожает безопасности и комфортному состоянию человека. Критерием оценки экологической безопасности искусственной экосистемы является качество жизни и здоровья населения [1].

Уровень экологической безопасности зависит от интенсивности воздействия того или иного экологического фактора. На селитебных территориях человек подвергается воздействию множества факторов. Ряд экологических факторов, таких, например, как шумовое загрязнение селитебных территорий, главным источником которого является автотранспорт, оказывают значительное воздействие на состояние человека, его здоровье, трудоспособность, играя, таким образом, важную роль в оценке качества жизнедеятельности населения на селитебных территориях.

Цель работы - сравнение данных полученных с помощью натуральных измерений и метода экспресс-оценки по показателю шумовое загрязнение примыкающей территории.

гистральная территория.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Согласно ДБН 360-92 ** «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» селитебная территория включает в себя участки жилых домов, общественных учреждений, зданий и сооружений, в т.ч. учебных, проектных, научно-исследовательских и других институтов без опытных производств, внутри селитебную улично-дорожную и транспортную сеть, а также площади, парки, сады, скверы, бульвары, прочие объекты зеленого строительства и места общего пользования.

Таким образом, одним из основных факторов неблагоприятного воздействия на эти территории будет являться улично-дорожная сеть, ограничивающая эти территории (квартал, микрорайон, жилой район), а также места временного хранения автотранспорта [2].

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

Шумовое загрязнение сегодня является одним из самых вредных физических факторов современного города. Все возрастающие акустические нагрузки преследуют человека практически постоянно и повсеместно, вызывают у человека раздражение, могут привести к потере слуха, постепенно разрушают его сердечно-сосудистую и центральную нервную систему. Согласно данным И.Л. Карагодиной [3] существует устойчивая связь увеличения заболеваемости с временной утратой трудоспособности в результате воздействия интенсивного шума. Под влиянием шума резко снижается умственная работоспособность школьников и студентов. Повышенная утомляемость и усталость, рассеивание внимания, нервное и эмоциональное напряжение, стрессовое состояние – все это является следствием шумового загрязнения окружающей среды.

Основой нормирования шума являются ограниченные звуковой энергии, воздействующей на человека значениями безопасными для его здоровья и работоспособности. Допустимые уровни шума в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебных территориях, принимаются в соответствии с действующими нормативными документами [4, 5, 6, 7].

Допустимые значения эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых домов, для дневного и ночного времени суток, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимые значения эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых домов

Время суток	Эквивалентные и максимальные уровни звука	
	$L_{A_{экр}}$, дБА	$L_{A_{макс}}$, дБА
с 8 до 22 ч	40	55
с 22 до 8 ч	30	45

Допустимые значения эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, для дневного и ночного времени суток, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Допустимые значения эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам

Время суток	Эквивалентные и максимальные уровни звука	
	$L_{A_{экр}}$, дБА	$L_{A_{макс}}$, дБА
с 8 до 22 ч	55	70
с 22 до 8 ч	45	60

Допустимые уровни шума, создаваемого средствами автомобильного, железнодорожного, авиационного транспорта на расстоянии 2 м от фасадов первого эшелона домов, ориентированных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, источников авиационного шума, допускается принимать на 10 дБА больше. При этом в помещениях зданий должны быть обеспечены уровни проникающего внешнего шума в соответствии с требованиями таблицы 1.

Критерием для оценки качества жилой среды по шумовому режиму является показатель акустического дискомфорта по населению. Балльную оценку можно определить по следующей шкале (таблица 3) [8].

Таблица 3 – Квалиметрическая таблица оценки качества по фактору шумового загрязнения жилой территории от автотранспорта

Фактор	Показатель	Балльная оценка			
		4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Шумовое загрязнение жилой территории от автотранспорта	Количество населения в зоне загрязнения (ψ), %	0%	1-10 %	11-30 %	>30 %

Для определения показателя акустического дискомфорта по населению необходимо решить следующие задачи:

- оценить уровень шумового загрязнения от транспорта, движущегося по улице и на прилегающих жилых территориях методом натуральных акустических обследований;
- построить карты шумового загрязнения при магистральной территории с жилой застройкой;
- сравнить результаты оценки с действующими санитарными нормами допустимого шума;
- выявить отклонения от норм и определить показатель количества населения в зоне шумового загрязнения.

Определение шумовых характеристик транспортных потоков и на селитебных территориях [9, 10] связано с соблюдением некоторых обязательных условий и требований. Шумовыми характеристиками потока автомобильного транспорта на улицах и дорогах городов и сельских поселений являются эквивалентные $L_{A_{экр}}$ и максимальные $L_{A_{макс}}$ корректируемые уровни звука в дБА на расстоянии 7,5 м от оси полосы движения транспорта наиболее близкой к краю дороги. Натурные исследования эквивалентных по энергии и максимальных, скорректированных средневзвешенных уровней звука, проводились измерительными приборами, имеющими действующее свидетельство о государственной поверке.

В процессе проведения натуральных инструментальных измерений также проводился подсчет интенсивности, средней скорости и состава транспортного потока. Продолжительность стоит устанавливать в зависимости от интенсивности движения (N) экипажей в час. Для улиц с $N > 1000$ экипажей в час продолжительность измерений составляет 10 минут.

Натурные инструментальные измерения проводились с помощью шумомера «Октава» на улице Молодогвардейской в городе Днепропетровск, осенью 2014 года. Была проведена математическая обработка результатов натуральных измерений.

Наиболее достоверным принято считать среднее значение измеряемой величины, уровня звукового

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

давления или уровня звука (А). Среднее значение образуется при усреднении нескольких результатов в одной точке на измерительной поверхности. Погрешность отдельного измерения наиболее часто характеризуют среднеквадратическим значением, полученным на основании ряда измерений.

Если произведено m измерений и вычислено среднее значение \overline{L}_m , то его погрешность характеризуют величиной среднеквадратической погрешности результата.

Среднее значение ряда измерений \overline{L}_m , среднеквадратические отклонения ряда σ_m и результата S_m вычисляются по формулам 1-3 [11]:

$$\overline{L}_m = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m L_k \quad (\text{дБ}) \quad (1)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (L_k - \overline{L}_m)^2}{m-1}} \quad (2)$$

$$S_m = \frac{\sigma_m}{\sqrt{m}} \quad (\text{дБ}) \quad (3)$$

Результаты обработки экспериментальных данных представлены в таблице 4. Используя полученные данные была построена карта шума (рисунок 1) с помощью Шумографа-II по методике, разработанной в ГВУЗ «ПГАСА» [12].

Таблица 4 – Уровни звуковой мощности (дБА) транспортных потоков двигающихся по улице Молодогвардейская

Точки измерения	Среднее значение уровня шума, дБА	σ_m , дБА	Доверительный интервал	
			Нижний, дБА	Верхний, дБА
1.	70,0	0,21	69,79	70,21
2.	66,2	0,36	65,84	66,56
3.	60,6	0,10	60,50	60,70
4.	56,4	0,21	56,19	56,61

Показатель акустического дискомфорта по населению (ψ) определяется как соотношение населения находящегося в зоне акустического дискомфорта к общему количеству населения проживающего на рассматриваемой территории. Определяется по формуле:

$$\psi = \frac{N_{\text{диск}}}{N} \cdot 100 ; \% \quad (4)$$

где: $N_{\text{диск}}$ – количество жителей, проживающих в зоне дискомфорта, чел.; N – количество жителей проживающих на рассматриваемой территории, чел.

Построенная карта шумового загрязнения по улице Молодогвардейская позволяет определить количество жителей данной улицы проживающих в зоне акустического дискомфорта. Показатель акустического дискомфорта по населению, рассчитанный по формуле 4, составляет 26,3%.



Рисунок 1 – Фрагмент карты шумового загрязнения по улице Молодогвардейская с точками измерения шума

Для сокращения времени расчета и уменьшения трудозатрат по определению показателя акустического дискомфорта населения был разработан метод экспресс-оценки данного показателя для многоэтажной застройки, который включает в себя графики определения показателя численности населения в зоне акустического дискомфорта (ψ , %) в зависимости от величины контактно-стыковой зоны (КСЗ) и линейной плотности первого эшелона застройки.

Расчет показателя акустического дискомфорта по населению методом экспресс-оценки включает в себя следующие этапы:

- оценка уровня шумового загрязнения от транспорта, движущегося по улице;
- определение линейной плотности первого эшелона застройки и размера КСЗ;
- определение показателя акустического дискомфорта по населению (ψ) в зоне шумового загрязнения с помощью разработанных графиков.

По улице Молодогвардейской линейная плотность первого эшелона застройки составляет в среднем около 80 %. Общая длина контакта участка жилой застройки по улице с источником шума составляет 2090 метров, из которых 1350 метров приходятся на участок с шириной КСЗ 6 метров, 520 метров – с шириной КСЗ 12 метров и 220 метров – с шириной КСЗ 15 метров. Таким образом, усредненный размер КСЗ составляет 8,4 метра. Используя график на рисунке 2 определяется количество жителей в зоне дискомфорта.

Этот показатель составляет 25,2%. Анализ полученных результатов указывает на их достаточную сходимость (погрешность составляет 4,18 %). Это говорит о возможности применения метода экспресс-оценки для инженерной оценки показателя акустического дискомфорта по населению при различных КСЗ между линейным источником шума и жилой застройкой.

Оценка экологической безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на исследуемой селитебной территории по фактору шумового загрязнения от автотранспорта, полученное как с помощью натуральных измерений, так и с помощью экспресс-оценки, согласно таблицы 3, составляет 2 балла. Это соответствует категории – частично пригодная ситуация, следовательно, для повышения уровня экологической безопасности и качества жизнедеятельности населения необходимо применить шумозащитные мероприятия.

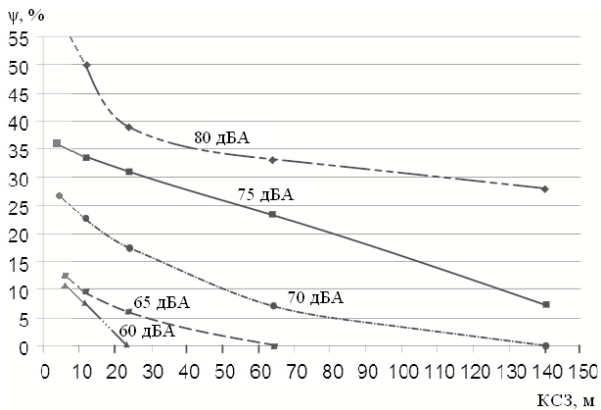


Рисунок 2 – График зависимости показателя акустического дискомфорта по населению от размера КСЗ (линейная плотность первого эшелона застройки 80 %)

В качестве рекомендаций по шумозащите предложено два варианта: 1) строительство двустороннего шумозащитного экрана ломаного типа в соответствии с Патентом Украины [13], высотой до 2-х метров вдоль проезжей части магистральной улицы (ожидаемая акустическая эффективность первого мероприятия составляет 10 дБА); 2) применение в жилых домах первого эшелона застройки шумозащитных окон с акустической эффективностью 25 дБА.

ВЫВОДЫ. В результате проведенных исследований получено следующее:

1. Шумовая характеристика автомагистрали по улице Молодогвардейской составляет – 70,0 дБА.

2. На фасадах зданий первого эшелона застройки уровень шума составил 65 дБА.

3. Сравнение данных полученных с помощью натуральных измерений и методом экспресс-оценки по фактору шумового загрязнения примагистральной территории, выполненные с помощью известных методов математической статистики, показывает достоверность результатов, что дает возможность использовать метод экспресс-оценки для более быстрого получения конечного результата при проведении экологического мониторинга.

4. Оценка экологической безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на селитебной территории по ул. Молодогвардейской по фактору шумового загрязнения от автотранспорта составляет 2 балла, что соответствует категории – частично пригодная ситуация.

5. В качестве рекомендаций по шумозащите предложено два варианта: 1) строительство двустороннего шумозащитного экрана ломаного типа высотой до 2-х метров вдоль проезжей части магистральной улицы (ожидаемая акустическая эффективность первого мероприятия составляет 10 дБА); 2) применение в жилых домах первого эшелона застройки шумозащитных окон с акустической эффективностью 25 дБА.

1. Большеротов А.Л. Система оценки экологической безопасности строительства. / А.Л. Большеротов - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. - 216 с.

2. Шумовой режим внутриквартальной стоянки для временного хранения автотранспорта / П.Н. Саньков, Б.И. Маковецкий, Н.А. Ткач, В.С. Бахарев // Научно-методический журнал «Наука, техника и образование». – Москва: 2014. – № 4. – С. 24–28.

3. Карагодина, И. Л. Борьба с шумом и вибрацией в городах Текст. / И. Л. Карагодина. -М., 1979. 160 с.

4. Захист території, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1-31:2013. – Видання офіційне. –К.: Мінрегіон України, 2014–75 с.

5. Государственные строительные нормы Украины. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: ДБН – 360 - 92** (с изменениями и дополнениями). – Издание официальное. – К.: державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 2009 – 142 с.

6. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки: СН 3077-84/ МЗ СССР. Утв. 03.08.84.– М., 1984.– 24 с.

7. Методические указания для органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы по контролю за выполнением «Санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84 / МЗ СССР № 4283-87.– М., 1987.– 19 с.

8. Оценка качества и безопасности жизнедеятельности населения проживающего на территории с многоэтажной застройкой по фактору шумового загрязнения / В.В. Гилёв, В.Н. Макарова, М.Ю. Трошин// Международный научный журнал. – 2015. – № 1. – С. 14-17

9. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики: ГОСТ 20444-85 - [Действующий от 1986-01-01] - Москва: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1986- 14 с. - (Государственный Стандарт).

10. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий: ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80) - [Действующий от 1979-07-01] - Москва: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1979 - 16 с. – (Государственный Стандарт).

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений/ Пустыльник Е.И. – М.: Наука, 1968 - 288 с.

12. Борьба с шумом в населенных пунктах / Самойлок Е. П., Денисенко В. И., Пилипенко А. П. – Киев: Будівельник, 1981 – 144 с.

13. Патент на корисну модель № 45072 Україна, МПК Е 04 В 1/84 (2009). Спосіб захисту від шуму будівельних машин / Богданов Ю. В., Гільов В. В., Прохватило О.І.; власник Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. – у 2009 04909; заявл. 18.05.2009; опубл. 26.10.2009, Бюл. № 20.

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування
**DETERMINATION RELIABLE OF THE METHOD OF EXPRESS-ASSESSMENT OF NOISE
 POLLUTION RESIDENTIAL AREAS FROM EXPERIMENTAL STUDIES RESULTS**

P. Sankov, V. Hilyov, V. Makarova, N. Tkach

State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture"
 vul. Chernishevskogo, 24, a, Dnepropetrovsk, 49005, Ukraine. E-mail: hilyov_v@mail.ru

V. Bakharev

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

Purpose. Ukraine at the world and European levels has not the high quality indicators characterizing the level of activity of the population. Town – planning objects are the system, the elements of which are in difficult relations, that is why they are hard to estimate. Required a rapid assessment methodology of individual factors. Environmental protection is one of the most important issues of our time. The aim of this work is to compare data obtained by field measurements and by the method of rapid assessment for the factor of noise pollution primary string site. **Results.** The proposed method of Express-assessment of the noise pollution of the area neighborhoods with high-rise buildings allows to reduce time of monitoring the level of environmental security of the population of the territory under consideration, compared to instrumental methods of determining this indicator. Research conducted in the residential area on the street Molodogvardeyskaya in the city of Dnepropetrovsk. **Originality.** For the first time, we have a method of express-estimation of quality of vital functions of population on territory with multistory building on the factor of noise contamination. **Practical value.** As noise protection of the territory proposed by a special screen design is patented in Ukraine.

Key words: express-assessment, noise pollution, residential area.

REFERENCES

1. Bolsherotov, A.L. (2010), *Sistema ochenki jekologicheskoy bezopasnosti stroitel'stva* [The evaluation system of ecological safety of construction], Izdatel'stvo Asociacii stroitel'nyh vuzov, Moscow, Russia. Godunov, S.K. (2013), *Uravneniya matematicheskoi fiziki* [The equations of mathematical physics], Nauka, Moscow, Russia.
2. Sankov, P.N., Makovetskii, B.I., Tkach, N.A., Baharev, V.S. (2014), "The noise mode of the intra quarter parking for temporary storage of motor transport", *Nauchno-metodicheskij zhurnal «Nauka, tehnika i obrazovanie»*, no. 4, pp. 24-28.
3. Karagodina, I. L. (1979), *Bor'ba s shumom i vibracij v gorodah* [Fight against noise and vibration in the cities], Medicina, Moscow, Russia.
4. *Zahyst terytorii', budynkiv i sporud vid shumu: DCN V.1.1-31:2013* [Protection of the area, houses and buildings from noise: SBN V.1.1-31:2013], (2014), Minregion Ukraïny, Kiev, Ukraine.
5. *Gosudarstvennye stroitel'nye normy Ukraïny. Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij: DBN – 360 - 92** (s izmenenijami i dopolnenijami)* [State construction norms of Ukraine. Town planning. Planning and building of city and rural settlements: SCN – 360- 92 ** (with changes and additions)], (2009), Derzhavnyj komitet Ukraïny u spravah mistobuduvannja i arhitektury, Kiev, Ukraine.
6. *Sanitarnye normy dopustimogo shuma v pomeshhenijah zhilyh i obshchestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki: SN 3077-84* [Sanitary standards of admissible noise in rooms of residential and public buildings and in the territory of a housing estate], (1984), MZ SSSR, Moscow, Russia.
7. *Metodicheskie ukazaniya dlja organov i uchrezhdenij sanitarno-jepidemiologicheskoy sluzhby po kontrolju za vypolnieniem «Sanitarnyh norm dopustimogo shuma v pomeshhenijah zhilyh i obshchestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki» № 3077-84* [Methodical instructions for bodies and establishments of sanitary and epidemiologic service on control over the implementation "Sanitary standards of admissible noise in rooms of residential and public buildings and in the territory of a housing estate" № 3077-84], (1987), MZ SSSR, Moscow, Russia.
8. Hilyov, V.V., Makarova, V.N., Troshin, M. J. (2015), "Assessment of the quality and safety of the population living in areas with high-rise buildings by a factor of noise pollution", *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal*, no. 1, pp. 14-17.
9. *Shum. Transportnyie potoki. Metody izmereniya shumovoy kharakteristiki* [Noise. Transports flows. Methods for measuring noise characteristics STATE STANDARDS 20444-85, approved by the USSR State Committee for Construction of 01.01.1986], (1985), State standard, Moscow, Russia.
10. *Shum. Metod izmereniya shuma na selitebnoy territorii v pomeschenijah zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Noise. Method for measuring noise residential territory in premises of residential and public buildings STATE STANDARDS 23337-78, approved by the USSR State Committee for Construction of 07.01.1979], (1979), State standard, Moscow, Russia.
11. Pustynnik, E. I. (1968), *Statisticheskie metody analiza i obrabotki nabliudenyj* [Statistical methods of analysis and processing observations], Nauka, Moscow, Russia.
12. Samoyliuk, E. P., Denisenko, V. I., Pilipenko, A. P. (1981), *Borba s shumom v naseleennyh punktah* [Noise control in settlements], Budivelnik, Kiev, Ukraine.
13. Patent for Utility Model 45072 Ukraine, MIIK E04B 1/84 (2009). «Method of Noise protection construction machinery» / Bogdanov, Yu.V., Hilyov, V.V., Prokhvatylo, O.I. – Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture - № u 2009 04909; stated 18.05.2009; published 26.10.2009. – 4 p.