

Мониторинг на риска от шум в производството. I част. Методика на наблюденията на риска от шум

Николай Ковачев

Occupational noise risk's monitoring. Part I. Emission and imission investigations of noise risk methodic: *The paper presents some noise parameters and their usage for assessment of the risk. The dynamics of kurtosis, standard deviation, mode and range of noise levels over the time, time and number of permissible noise levels exceedings were shown and their importance for safety occupational environment optimization is emphasized.*

Key words: *Noise risk monitoring, statistical noise parameters, noise risk measurement methodic.*

Шумът е значим фактор за безопасността при работа в производствените системи и сигурността на икономическите дейности. По данни на Световната организация по труда в приблизително 42-54 % от работните места хората са под вредното му действие. Този факт недвусмислено показва, че проблемът е актуален и следва да бъде решен в интерес на човешкото здраве. Налага се рискът от шум бъде обект на непрекъснат мониторинг, който на този етап не е достатъчно и точно развита процедура. Мониторингът следва да е система знания за формализация, наблюдения, контрол, прогнозиране и оценка на риска от шум при работа.

Целта в настоящата работа е да разработи системата за мониторинг на риска от шум в производството, която да отстрани допусканите досега слабости. За постигането ѝ се решават следните задачи: 1. Дефиниране на система индикатори за формализация на риска от шум в ергономичните системи; 2. Определяне на параметрите на шума и критериите за оценка на риска; 3. Създаване на методично обоснована процедура за мониторинг на шумовите имисии и емисии; 4. Експериментални изследвания и верификация на процедурата за мониторинг.

В наши изследвания е апробирана система от показатели за формализация на шумовите емисии и имисии в ергономичните системи [1, 3]. Системата включва седем групи индикатори:

Група I. Закони на разпределение на А-притеглена нива на звуковото налягане: 1) закон на равната вероятност; 2) гама разпределение; нормално разпределение; триъгълно разпределение; бета разпределение; логаритмично-нормално разпределение; експоненциално и логистично разпределение; разпределение на Вейбул, разпределение на Релей; разпределение на Пирсън; разпределение на Гъмжел; разпределение на Ерланг и разпределение на Валд

Група II. Средни стойности на А-притеглените нива на шума:

$Em_{sr}, dBA / Im_{sr}, dBA$ - средна стойност на А-притегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$Em_{sr\ min} / Im_{sr\ min}$ - минимална стойност на А-притегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$Em_{sr\ max} / Im_{sr\ max}$ - максимална стойност на А-притегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$\Delta Em_{sr} = Em_{sr\ max} - Em_{sr\ min}, dBA / \Delta Im_{sr} = Im_{sr\ max} - Im_{sr\ min}, dBA$ - обхват на средната стойност на А-притегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

Група III. Средноквадратично отклонение на шума:

$\sigma_{Em\ min} / \sigma_{Im\ min}$ - минимална стойност на средноквадратично отклонение на емисии/имисии;

$\sigma_{Em\ max} / \sigma_{Im\ max}$ - максимална стойност на средноквадратично отклонение на емисии/имисии;

Група IV. Дисперсия на шума:

$\sigma_{Em_{min}}^2 / \sigma_{Im_{min}}^2$ - минимална стойност на дисперсия на емисии/имисии;

$\sigma_{Em_{max}}^2 / \sigma_{Im_{max}}^2$ - максимална стойност на дисперсия на емисии/имисии;

$\Delta\sigma_{Em_{max}}^2 = \sigma_{Em_{max}}^2 - \sigma_{Em_{min}}^2 / \Delta\sigma_{Im_{max}}^2 = \sigma_{Im_{max}}^2 - \sigma_{Im_{min}}^2$ - максимален

обхват на дисперсията на емисии/имисии;

Група V. Амплитуда на шума:

$Em_{min}, dBA / Im_{min}, dBA$ - минимална амплитуда на А-претегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$Em_{max}, dBA / Im_{max}, dBA$ - максимална амплитуда на А-претегленото излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$\Delta Em = Em_{max} - Em_{min}, dBA / \Delta Im = Im_{max} - Im_{min}, dBA$ - максимален обхват на амплитудата в рамките на всички измервания на емисии/имисии;

Група VI. Коэффициент на вариация на средните стойности на шума:

$K_V[Em]_{min} / K_V[Im]_{min}$ - минимално значение на коефициента на вариация за емисии/имисии;

$K_V[Em]_{max} / K_V[Im]_{max}$ - максимално значение на коефициента на вариация за емисии/имисии;

$\Delta K_V[Em]_{max} = K_V[Em]_{max} - K_V[Em]_{min} / \Delta K_V[Im]_{max} = K_V[Im]_{max} - K_V[Im]_{min}$ - максимален обхват на коефициента на вариация в рамките на проведените измервания емисии/имисии;

Група VII. Превишавания на допустимото ниво на шума:

$N_{Empr_{max}} / N_{Impr_{max}}$ - максимален брой превишавания на допустимото А-претеглено излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

$T_{Empr_{max}}, s / T_{Impr_{max}}$ - максимално време на превишаване на допустимото на А-претеглено излъчено ниво на емисиите/имисиите на звуковото налягане;

Системата индикатори е използвана при експериментални изследвания в шивашко, металорежещо и селскостопанско производство.

Създаден е метод за измерване, който е висока точност и разделителна способност. Чрез него могат да се измерват емисиите и имисиите на шум без да съществуват ограничения за естество, динамика, точност, дискретност и индискретност на измерванията.

При провеждане на наблюденията се определят горепосочените индикатори.

Извършват се 100 опита на измерване в три точки на акустичната среда на ергономичните системи. Във всеки опит се правят 2000 измервания. Измерванията се провеждат при три честоти f_s на дискретизация – $f_s = 10$ kHz; $f_s = 15$ kHz; $f_s = 20$ kHz.

Измерванията се правят чрез целево разработения виртуален инструмент, описан подробно в [1, 3]. За мониторинг на контролираните рискови параметри уредът е допълнен с модул, позволяващ визуализация в реално време на ексцеса, асиметрията, дисперсията, средноквадратичното отклонение, минималната и максималната стойност, размахът, математическото очакване, модата, медианата и крест факторът.

Включването на крест фактора е обосновано в наши изследвания, в което е доказана пригодността му за определяне на риска от шум в ергономичните системи [1,3].

За извършване на измерванията и определяне на посочените индикатори се прави настройка на измервателния уред. Системата се тарира и се определя на честотата на дискретизация на измерванията. Броят на стойностите се задава и може да се управлява във всеки измервателен цикъл.

Посочените индикатори на риска от шум се определят компютърно при всяко измерване.

Времето на измерване на всеки отделен цикъл се определя чрез отношението на честотата f_s на дискретизация и броя n_s на измерените стойности на шумовите емисии и имисии. За всяко измерване броят на измерените стойности се задава. Продължителността на измерванията се определя посредством честотата на дискретизация. Възприети са три стойности на времето t на измерванията – 2 s; 1,33 s и 1 s.

След всяко измерване софтуерът, управляващ устройството за събиране на данни DAQ 6210 генерира „lmv” файл. Той съдържа таблична информация за всяка една стойност, записана при отделните тактове на аналого-цифровият преобразувател.

Всеки файл съдържа 20000 реда със стойности за А-претегленото ниво на звуковото налягане и информация за честотния спектър - размерност 100000 стойности и дискретизация Δf на честотния спектър, равна на отношението $f_s/20000$.

Паралелно с диференциалните файлове, се прави запис на обобщен файл. В редовете му се представят статистически характеристики за всяко измерване. След провеждане на измерванията се извършва статистическа обработка на получените резултати.

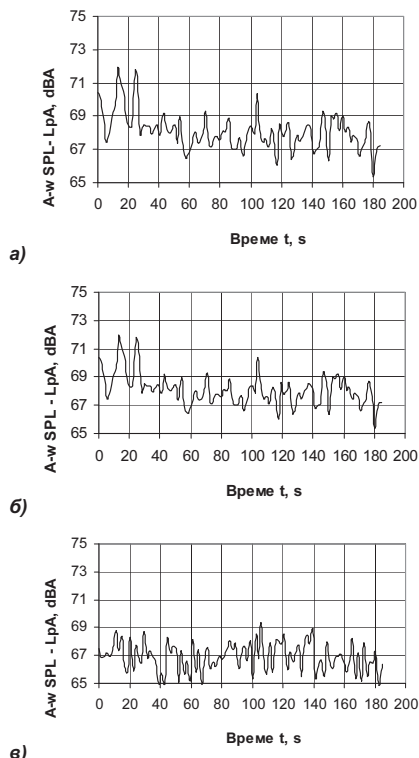
Определят се вероятностите P_{EmNpr} , P_{EmTpr} , R_{ImNpr} , R_{ImTpr} в интервала на дисперсията $Em_{Nsr} \pm \sigma_{EmNpr}$, $Em_{Tsr} \pm \sigma_{EmTpr}$, $Im_{Nsr} \pm \sigma_{ImNpr}$, $Im_{Tsr} \pm \sigma_{ImTpr}$. Чрез тях се изчисляват стойностите рисковете на емисиите R_{Emlim} и имисиите R_{Imlim} . Те са реални оценки на риска от шум, тъй като обективно отразяват акустичната среда в ергономичните системи. Може да се сравняват вероятностите на броя на превишаванията на допустимите стойности на емисиите P_{EmNpr} и на имисиите P_{ImNpr} и вероятностите на времето на превишавания P_{EmTpr} и P_{ImTpr} . Чрез умножението им се получават интегралните емисионни и имисионни рискове R_{Emlim} и R_{Imlim} . Те отразяват съвместно броя и времето на превишаване, което е условие за безопасност на оценката на критичността на въздействията на шума [1, 2, 3].

Разположението и броят на точките на измерване се избират съгласно действащия български държавен стандарт. При измерванията на емисиите в шивашко производство е използван стандарт БДС 14104:1977. Той определя допустимите шумови характеристики и технически норми на шума на машините, използвани в текстилната промишленост. Емисионните измервания се извършват в три точки от работните помещения на разстояние 1 m от контура на машините.

Имисионните измервания са на основание на стандарт БДС ISO 1999:2004. Избрани са точките на измерване на емисиите на машините, посочени в [1].

Процедурата по измерване е апробирана, както вече бе посочено, в шивашко, металорежещо и секлскостопанство производство, като са избарани характерни машини-източници на шум. В шивашкото производство са установени шумовите емисии на едноиглова права шевна машина с отрязване на конците модел JUKIDDL8700-7. Точката за имисионни изпитвания бе на височина $h = 1,65$ m от пода в центъра на помещението за довършителни работи. В металообработващото производство процедурата на измерването е експериментирана на три работни места около струг с цифрово – програмно управление тип СТ 161. Височината на измерването е в съответствие с горепосочения стандарт. В селскостопанското производство процедурата е приложена за изследване на шума на роторен зърнокомбайн Case 2388. Измерен е имисионният шум в кабината на височина 0,8 m от нивото на седалката и 0,1 m встрани от главата на оператора

Измерванията на емисиите са проведени в точка, разположена на 1 m около от корпуса на машината. Оста на микрофона е насочена към работния бункер, който е доказано най-интензивния източник на шум.



Фиг.1. Динамика на средноквадратичните отклонения на емисиите на шум: а) шивашко производство; б) металообработващо производство; в) роторен зърнокомбайн по време на жътва при честота на дискретизация 10 kHz

Таблица 1
Резултати от измерване на емисии и имисии на шум на работни места в шивашко производство

Индикатор	Емисии (E1)	Имисии (I1)
	10 kHz	10 kHz
Закон на разпределение, в скоби % от проведените опити	L (62) B (26) W (12)	L (72) B (28)
$Em_{sr\ min}$	60.00	64.57
$Em_{sr\ max}$	66.94	71.19
$\Delta Em_{sr},\ dBA$	6.94	6.63
σEm_{min}	9.95	10.01
σEm_{max}	10.80	10.78
$\sigma^2 Em_{min}$	98.88	100.2
$\sigma^2 Em_{max}$	116.63	116.21
$\Delta \sigma^2 Em_{max}$	17.76	16.02
$Em_{min},\ dBA$	0.02	0.02
$Em_{max},\ dBA$	99.56	99.2
$\Delta Em,\ dBA$	99.55	99.18
$K_v[Em]_{min}$	15.41	14.07
$K_v[Em]_{max}$	17.49	16.08
$\Delta K_v[Em]$	2.08	2.01
$N_{Em\ pr\ max}$	93	484
$T_{Em\ pr\ max},\ s$	0.01	0.05

Предложените индикатори на риска от емисии и имисии на шум са точни и удобни за непрекъснат мониторинг. Това се доказва от записите, които са изложени на фиг.1 и в табл.1.

Анализът им дава основание да се твърди, че могат да се установят разлики, които чрез конвенционалните методи не могат да бъдат определени. Така при експериментите в посочените производства бе установено, че А-притегленото ниво на шума на емисии и имисии се подчинява основно на логистичното разпределение. След него е бета разпределението. Логистичното разпределение е характерно за емисиите в 26 до 40 % от измерванията в шивашкото производство, в 20 до 39 % в металорежещото производство и от 13 до 33 % в кабината на зърнокомбайна. За имисии относителният дял на бета разпределението в шивашкото производство е от 28 до 42 %, а в металорежещото производство от 24 до 30 %. Най-рядко е разпределението на Вейбул. Най-интензивен източник на шум е изследвания роторен зърнокомбайн. Показател за стабилността на индикаторите на шума са

дисперсията, средноквадратичното отклонение и коефициентът на вариация на средната стойност на А-притеглените нива на звуково налягане.

Броят на превишаванията на А-притеглените нива на звуковото налягане е автентичен индикатор. Най-висок е при измерване на емисиите при роторен зърнокомбайн. Максималният брой, измерен при честота на дискретизация 10 kHz, е 16 582, а минималният е 93 в шивашкото производство. Максималната еднократна стойност на амплитудата на А-притегленото ниво на звуковото налягане е измерена при имисиите в металорежещото производство. Тя също се доказва като значим и обективен индикатор, който може да бъде използван за сравняване и оценяване на емисиите и имисиите на шума в ергономичните системи.

Обобщавайки изложеното могат да се направят следните заключения.

Въведените седем групи индикатори на шума в ергономични системи са функционално и практически пригодни за мониторинг на риска от емисии и имисии на шум. Експериментирани са в три производства. Приложени са за представителни машини и работни места. Доказва се, че могат да бъдат интегрирани в системата за непрекъснат мониторинг на шума в производството.

Създадена е нова система за индискретни измервания, която е с голяма точност и разделителна способност. Позволява да се задават честотите на дискретизация, което е основание за измерване на значимо голям брой стойности на А-притегленото ниво на звуковото налягане. Чрез индискретните измервания се определят стойностите на А-притегленото ниво на звяковото налягане с много висока точност и степен на дискретизация. Чрез непрекъснатите записи се внася нов изследователски аспект и се установява, че могат да бъдат интегрирани в процедурата за мониторинг на риска от шум в производството.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Владимиров, Л., Н. Ковачев. Емисионни и имисионни рискове от шум в производството. Студиа. Варна, Годишник на Варненски свободен университет "Черноризец Храбър", 2011, pp. 370-404, ISBN 1310-800X.

[2]. Владимиров, Л. Рискметрия в екологичната сигурност. Варна, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“, 2009. ISBN 978-954-715-440-7.

[3]. Ковачев, Н., Л. Владимиров. Анализ и оценка на риска от шум в производството. Русе, МедиаТех, 2012, стр. 216, ISBN 978-954-8467-79-7.

За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Николай Ковачев, Катедра "Топлотехника, хидравлика и екология", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.:082-888 498, e-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.