



ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ШУМА В РАБОТНА СРЕДА ВЪРХУ ЕКИПАЖА НА КОРАБ

Кольо Орешков, Радостин Долчинков
Силвия Лецковска, Камен Сейменлийски
Бургаски свободен университет

RESEARCH ON THE EFFECTS OF THE NOISE IN WORKING ENVIRONMENT ON THE SHIPS CREW

Kolyo Oreshkov, Radostin Dolchinkov
Silviya Letskovska, Kamen Seymenliyski
Burgas Free University

Abstract: *This document presents the study results of the ships working environment factors, in specific – the noise, produced by different kind of machines and the influence on the ship's crew. Measurements and tests are carried on a cruise vessel. Certified devices are used, which are described in the exhibition.*

Key words: *noise; machinery noise; International Maritime Organisation (IMO); working environment side effects; harmful effects on humans; safe working conditions; cruise ship; ship's crew*

1. Въведение

Шумът се дефинира като съвкупност от звукови вълни с различна честота и амплитуда, които се разпространяват във въздуха и се възприемат от човешкото ухо. За трудовата медицина значение има физиологичната дефиниция за шума, която го определя като „всеки нежелан звук, който не само уврежда здравето, но също смущава отдиha, нарушава съня и пречи на трудовата дейност на човека.

Нежеланите производствени шумовете, които се създават в работна среда, условно се делят на три класа:

- нискочестотни – с честоти до 350 Hz;
- средночестотни – с честоти от 350 до 900 Hz;
- високочестотни – с честоти над 900 Hz.

II. Определящи фактори, влияещи на човешкия организъм.

Характерно за шумовото въздействие са субективни оплаквания като главоболие, невротизъм, шум ушите, световъртеж, промени в самочувствието и настроението, безпокойство, нарушения на съня. Най-честите фактори, които обуславят въздействието на шума са:

Интензитет – с повишаване на интензитета на шума се увеличава рискът от професионални слухови увреждания, повишава се честотата и степента на слуховата загуба.

Честотна характеристика – по-неблагоприятно е въздействието на високочестотния шум.

Вид на шума – постоянен, променлив, прекъсващ, импулсен. Импулсният и променлив шум имат по-неблагоприятно въздействие в сравнение с постоянния;

Експозицията – постоянна или прекъсната. С по-неблагоприятно значение е постоянната експозиция.

Характерът на извършваната дейност – предимно физически или свързан с нервно-психично напрежение труд.

Наличието на други вредни фактори на работната среда – вибрации, неблагоприятен микроклимат, електромагнитни полета и др.

Индивидуалната чувствителност, полът, възрастта. Производственият шум, като фактор на работната среда въздейства както на слуховия анализатор (специфично пряко действие), така и на целия организъм (неспецифично непряко действие).

2.1. Непряко въздействие.

Производственият шум влияе на целия организъм, като преди всичко засяга:

- *нервната система* – нарушава се вниманието, появява се бърза уморемост, раздразнителност, разсеяност, забавя се скоростта на психичните процеси, увеличават се грешките при работа, намалява се работоспособността;
- *сърдечно-съдовата система* – по-често се наблюдава повишено кръвно налягане, нарушаване на сърдечната дейност, спазъм на периферните съдове с намаляване на периферния кръвоток и кожната температура, намаляване амплитудата на пулса на пръстите;
- *храносмилателната система* – установена е връзка между шумовия стрес и по-високата честота на стомашно-чревните заболявания – гастрити и язвена болест;
- *промени в зрителния анализатор* – понижаване на устойчивостта на ясното виждане и промени в цветоусещането;
- промени в обменните процеси и ендокринната система (при поинтензивен шум и при шум с импулсен характер се наблюдава повишена екскреция на катехоламини и др.)

Характерно за шумовото въздействие са субективни оплаквания като главоболие, невротизъм, шум в ушите, световъртеж, промени в самочувствието и настроението, безпокойство, нарушения на съня [1,2,3].

2.2. Пряко въздействие.

Прякото въздействие най-често се специфицира в слуховия орган на човек и се разделя в три категории:

1. Преходно (частично) понижаване на слуха – остра слухова умора на слуховия анализатор. Получава се при краткотрайни шумови въздействия и в началото на трудовия стаж в шумни професии. Промените са функционални и обратими;

2. Трайно хронично увреждане на слуха (професионална твърдоухост). Изразява се с двустранна загуба на слуха с първоначално засягане на високите честоти (4000 Hz) и е с прогресиращо развитие. Професионалната твърдоухост настъпва постепенно след различна продължителност на трудовия стаж – най-често 8 – 10 години. Признава се за професионално заболяване при установяване на причинната връзка с извършваната работа;

3. Остра звукова травма – възниква при много интензивен шум (при взривни работи) и при резки високи шумови нива.



Шумът с непрекъснат ритъм е по-вреден от този с прекъсвания, а продължителността на излагане на звуковата травма е един от основните фактори за начало на слуховата увреда. Критичната граница за постепенна загуба на слух е излагане на шум от 115 dB в продължение на 15 минути. За 100 dB границата е 2 часа, а за 95 dB – 4 часа. За да се избегне повреда на вътрешното ухо, времето за излагане на силен шум трябва да намалява с увеличаване на неговата интензивност. Това е едно от основните правила за хора, които работят при високи нива на шум [4,5,6].

III. Дефиниция на мерните единици и филтри

Децибелът, който е единица за измерване на звуковите нива и изразен като dB, се използва в областта на комуникацията, електрониката и сигналите – и от различни индустрии, които имат оборудване, което генерира прекомерен шум. Термините dBA и dBC се отнасят до видовете филтри, използвани за измерване на dB – или филтър А, или С филтър. Всеки филтър има различна чувствителност към различни честоти. Разбирането на разликата е важно за предприятията, които трябва да филтрират звука поради съображения за безопасност на служителите или когато определят безопасни нива на звука в киносалоните и телекомуникационните устройства.

➤ А-филтри за анализиране на шум при работа

A-weighting – (A-frequency-weighting). При измерване на въздействието на шума при работа върху слуха трябва да се представят А-филтър за измервания на шума (обикновено се показва като dB(A), (правилно се записва като LAeq)). За всяка задача, предприета от служител, трябва да се вземат представителни показатели за средно претеглено ниво на шум, след което с помощта на софтуер или калкулатор на HSE се определя нивото на експозиция на индивида. Претегляне с шумомер, което прави показанията му в съответствие с условната реакция на човешкия слух. Дефиниран е в различни международни стандарти като IEC 61672, както и в различни национални стандарти като ANSI S1.4. (САЩ). Измерване с „филтър А” е най-често използваният и обхваща пълния честотен диапазон от 20 Hz чак до висока честота 20 kHz. Човешкото ухо е най-чувствително към звукови честоти между 500 Hz и 6 kHz (особено около 4 kHz), докато при по-ниски и по-високи честоти човешкото ухо не е много чувствително. Измерване с „филтър А“ коригира показанията на нивото на звуковото налягане, за да отразява чувствителността на човешкото ухо и следователно е задължено по целия свят за измерване на риска от увреждане на слуха. Всеки одобрен шумомер, отговарящ на IEC 61672, трябва да включва поне филтър за претегляне на А филтър. Измерванията обикновено се показват като dB(A) или dBA или като LAeq, LAFmax, LAE.

В Таблица 1 са категоризирани зоните на действие, според големината на стойностите. Таблица 2 показва съответните действия на работодателя, спрямо категорията действие.

Таблица 1: Категоризиране на нивата на шум

Категории	Нива на експозиция	Нива на пикова стойност
Категория 0	LEX ≤ 80 dBA	Lpeak ≤ 135 dBC
Категория 1	80 dBA < LEX ≤ 85 dBA	135 dBC < Lpeak ≤ 137 dBC
Категория 2	85 dBA < LEX ≤ 87 dBA	137 dBC < Lpeak ≤ 140 dBC
Категория 3	LEX > 87 dBA	Lpeak > 140 dBC

Таблица 2. Съответни действия на работодателя, спрямо категорията действие

Категории	Риск	Действия на работодателя
Категория 0	Нисък	Не са нужни действия
Категория 1	Среден	Работодателят трябва да предоставя лично защитно оборудване за слуха на работниците, за да привади стойностите на излагането на шума под по-ниски стойности на действие.
Категория 2	Висок	Работодателят трябва да задължи и да е сигурен, че личните предпазни средства за защита на слуха се носят и използват правилно!
Категория 3	Сериозен	Работодателят трябва задължително и веднага да вземе мерки за намаляване на шума в работната среда под максималните определени стойности и трябва да задължи работниците да носят личните предпазни средства за защита на слуха и да ограничи времето на експозиция на персонала в тази среда. Препоръчват се чести почивки в друго помещение.

➤ **С-филтри за анализиране на шум при работа**

Хората често забравят необходимостта от оценка на риска от импулсивен шум (много внезапни краткотрайни шумове, трясъци и трясъци). С-weighting – (С-frequency-weighting) С-претеглянето се използва за това, за да ни даде пиковото звуково налягане за импулсивния шум, на който човешкото ухо е изложено на dB(C) (или LCPeak). С-претеглената честота разглежда повече ефекта на нискочестотните звуци върху човешкото ухо в сравнение с А-претеглената и по същество е плоска или линейна между 31,5Hz и 8kHz, двете – 3dB или точки на „половин мощност“. Измерванията на пиковото звуково налягане се извършват с помощта на С-честотното претегляне. „С-претегленият“ пик е за измерване на импулсен шум и се нарича CPeak. Измерванията обикновено се показват като dB(C) или dBC. Или например като **LCeq, LCPeak, LCE** – където С показва С-филтър анализирането.

Човешкото ухо е най-чувствително към звукови честоти между 500 Hz и 6 kHz. Когато измервате вариациите на нивото на звуковото налягане, особено за потенциално вредни нива на шум за шума на работното място, важно е шумомерът да е в състояние да даде точно представяне на това, което човешкото ухо всъщност чува. Честотните претегления правят това, като придават по-голяма тежест на различните честоти спрямо други (т.е. подчертават някои честоти и намаляват акцента върху други).

IV. Европейски стандарт – КОДЕКС за нивата на шум на борда на корабите

Въвеждането на все повече нови оборудвания и машини в автоматизацията, които произвеждат високи нива на шум, и персонал, който често да ги обслужва и контролира, води до необходимостта от установяване на задължителни гранични стойности за нивото на шума в машинните отделения, контролните отделения, работилниците, жилищните и другите помещения на борда на корабите.

Кодексът за нивата на шума на борда на корабите (наричан по-долу „Кодексът“) е разработен, за да осигури международни стандарти за защита от шума, уредени с



правило II - 1/3-12 на Международната конвенция за безопасност на човешкия живот на море (SOLAS), 1974 г., с измененията. Въпреки, че Кодексът е задължителен инструмент, съгласно Конвенцията SOLAS, някои разпоредби от Кодекса остават с препоръчителен или информативен характер!

Настоящите правила, препоръки и съвети имат за цел да предоставят на администрациите инструменти за създаване на среда, „щадяща слуха”, на борда на корабите. Човекът и техническата среда се намират в непрекъснато взаимодействие и проблемите се развиват динамично. Правилата и препоръките неизбежно се променят за всеки отделен случай в резултат на разработването на различни технологични практики и практики за управление на безопасността. По тази причина администрациите се насърчават да предават опита и информацията, получени от признати организации, корабни оператори и производители на оборудване, с цел подобряване на настоящия Кодекс.

НАРЕДБА № 6 от 15 август 2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на шум – нормативно определя мерките за колективна и лична защита, както и медицинската профилактика [7,8].

Граничните стойности на експозиция и стойностите на експозиция за предприемане на действие се определят на база дневните нива на експозиция на шум и върхово звуково налягане, както следва:

1. Гранични стойности на експозиция:

Lex,8h = 87 dB(A) и preak = 200 Pa, съответно 140 dB(C);

2. Горни стойности на експозиция за предприемане на действие:

Lex,8h = 85 dB(A) и preak = 140 Pa, съответстващо на 137 dB(C);

3. Долни стойности на експозиция за предприемане на действие:

Lex,8h = 80 dB(A) и preak = 112 Pa, съответно 135 dB (C).

4.1. Мерните единици и дефиниции, използвани в измерванията и приети от Международната Морска Организация за измерване нивата на шум са:

- Явен претеглен индекс на намаляване на шума R'w: Единична стойност, изразена в децибели (dB), която описва цялостната ефективност на звуковата изолация на стените, вратите или подовите (вижте ISO 717-1:1996, изменен с 1:2006);
- Претеглено по крива А еквивалентно непрекъснато ниво на звука LAeq(T): Претеглено по крива А ниво на звуковото налягане на непрекъснат постоянен звук, който в рамките на интервал от време на измерване Т има същото средно квадратно звуково налягане, като разглеждания звук, което варира с времето. Изразява се в децибели А (dB(A)) и се дава, чрез следното уравнение:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_a(t)^2}{p_0^2} \cdot dt$$

Където:

- Т = време на измерване;
- ра (t) = Претеглено по крива А моментно звуково налягане;
- р0 = 20 микро МРа (референтно ниво).

Претеглено по крива А ниво на звуково налягане или ниво на шума: Количеството, измерено с шумомер, при което честотната реакция се претегля съгласно кривата А за честотно претегляне (вижте IEC 61672-1).

❖ Претеглено по крива С еквивалентно непрекъснато ниво на звука $L_{Seq}(T)$: Претеглено по крива С ниво на звуковото налягане на непрекъснат постоянен звук, който в рамките на интервал от време на измерване T има същото средно квадратно звуково налягане като разглеждания звук, което варира с времето. Изразява се в децибели C ($dB(C)$) и се дава чрез следното уравнение:

$$L_{Seq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_c(t)^2}{p_0^2} \cdot dt$$

Където:

- T = време на измерване;
- $p_c(t)$ = Претеглено по крива С моментно звуково налягане;
- p_0 = 20 микроРа (референтно ниво).

❖ Претеглено по крива С пиково ниво на звука L_{Cpeak} : Претеглено по крива С максимално моментно ниво на звуково налягане. Изразява се в децибели C ($dB(C)$) и се дава чрез следното уравнение:

$$L_{Cpeak} = 10 \log \frac{p_{peak}^2}{p_0^2}$$

, където

p_{peak} = Претеглено по крива С максимално моментно звуково налягане p_0 = 20 микро Ра (референтно ниво).

Претеглено по крива С ниво на звуково налягане или ниво на шума: Количеството, измерено с шумомер, при което честотната реакция се претегля съгласно кривата С за честотно претегляне (вижте IEC 61672-1 (2002-05)).

❖ Дневното ниво на експозиция на шум ($L_{ex,24h}$) представлява еквивалентното ниво на експозиция на шум за период от 24 часа, $L_{ex,24h} = L_{Aeq,T} + 10 \log T / T_0$, където T е действителната продължителност на борда T_0 е референтната продължителност 24 часа. Общото еквивалентно ниво на непрекъснато звуково налягане по крива на претегляне А ($L_{Aeq,T}$) се изчислява, като се използват различните нива на шум (L_{Aeq, T_i}) и съответните времеви периоди със следното уравнение:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (T_i \times 10^{0,1 L_{Aeq, T_i}}) \right]$$

Където:

- L_{Aeq, T_i} е претегленото по крива А еквивалентно непрекъснато ниво на звука за всяко помещение, изразено в децибели, усреднено за интервала от време T_i ;
- $L_{ex,24h} = L_{Aeq,24h}$ когато морските лица са на борда за период от 24 часа.



❖ Ниво на звуковото налягане L_p : Ниво на звуковото налягане, изразено в децибел (dB), на звук или шум, определено по следното уравнение:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

Където:

p = звуково налягане, в паскали;

p_0 = 20 микро Па (референтно ниво).

Постоянно обслужвани помещения: Помещения, в които продължителното присъствие на морски лица е необходимо за нормални работни периоди.

V. Измервания и изводи.

5.1. Позиции за измерване.

Измерванията се извършват с микрофона на височина между 1,2 m (лице в седящо положение) и 1,6 m (лице в стоящо положение) над палубата. Разстоянието между две измервателни точки следва да бъде най-малко 2 m, а в големи помещения, в които няма машини, измерванията се извършват през интервали не по-големи от 10 m в цялото помещение, включително в местата с максимално ниво на шума. Измерванията в никакъв случай не трябва да се извършват на разстояние, по-малко от 0,5 m от границите на дадено помещение. Измерванията се извършват на местата, където работи персоналят, включително на комуникационните пунктове.

5.2. Измервателни уреди.

Анализатор: SVANTEK SVAN 958(A)

Микрофон: MICROTECH GEFFEL MK255

Микрофон: Casella Type CEL-252

*Приемаме, че обслужващият персонал на кораба прекарва 8 часа в дадена среда и се позовавам на НАРЕДБА № 6 от 15 август 2005 г. за „минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите“, следователно:

1. Гранични стойности на експозиция:

$L_{ex,8h} = 87 \text{ dB(A)}$ и **$p_{peak} = 200 \text{ Pa}$, съответно 140 dB(C) ;**

2. Горни стойности на експозиция за предприемане на действие:

$L_{ex,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ и **$p_{peak} = 140 \text{ Pa}$, съответстващо на 137 dB(C) ;**

3. Долни стойности на експозиция за предприемане на действие:

$L_{ex,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ и **$p_{peak} = 112 \text{ Pa}$, съответно 135 dB (C) .**

Работни помещения	L_{Aex} (dBA)	L_{peak} (dBC)
Склад за части	56,3	91,0
Помещение за батерии	69,1	93,4
Станция за букероване	60,2	96,8
Център за контрол по време на бедствено положение	52,3	84,9

**Международна научна конференция
„ЧЕРНО МОРЕ – ВРАТА И МНОГО МОСТОВЕ“ – 2022**

<i>Машинно отделение – Бойлер</i>	73,6	112,4
<i>Машинно отделение – Циклоконвертор</i>	75,5	108,5
<i>Машинно отделение – Помещение за проверка на дюзи</i>	91,1	110,2
<i>Машинно отделение – Изпарители</i>	101,3	119,3
<i>Машинно отделение – Генератор 1</i>	104,8	126,8
<i>Машинно отделение – Генератор 2</i>	106,0	124,9
<i>Машинно отделение – Инсенератор</i>	82,5	101,8
<i>Машинно отделение – Компресори</i>	81,5	103,2
<i>Машинно отделение – Сепаратори</i>	88,5	103,6
<i>Машинно отделение – Стабилизатори</i>	81,9	101,7
<i>Машинно отделение – Тръстери</i>	73,5	95,3
<i>Машинно отделение – Рулева машина</i>	83,4	102,9
<i>Централен Пункт за Управление</i>	64,5	96,1
<i>UPS помещение</i>	69,5	93,3
<i>Главно Разпределително Табло</i>	76,2	99,1

Измерване на шум от инструменти/работни установки:

Инструмент/Работна установка	LAex (dBA)	Lpeak (dBC)
<i>Център за рециклиране – Изсушител</i>	83,1	112,9
<i>Център за рециклиране – Преса за картонени опаковки</i>	78,6	111,9
<i>Център за рециклиране – Преса за метални бутилки</i>	85,4	112,4
<i>Център за рециклиране – Преса за пластмасови опаковки</i>	86,9	107,6
<i>Център за рециклиране – Преса за стъклени бутилки</i>	86,2	113,2
<i>Работилница – Портативен компресор</i>	91,3	102,4
<i>Работилница – Прахосукачка</i>	76,5	93,3
<i>Работилница – Шмиргел METABO DS 200</i>	77,2	92,6
<i>Работилница – Заваръчен апарат KEMPPi</i>	74,4	103,4
<i>Работилница – Заваръчен апарат KEMPPi Minarctig EVO 20HLP</i>	81,2	97,7
<i>Работилница – Циркуляр BOSCH GSA 18-LI</i>	91,8	102,1
<i>Работилница – Шмиргел Bosch GWS 17-12SCE</i>	95,2	108,9
<i>Работилница – Струг MICRO CUT CD6260B</i>	71,4	91,2
<i>Работилница – Струг MICRO CUT Z502F-3A</i>	76,2	92,6
<i>Работилница – Бормашина FEIN KMB 32Q</i>	87,3	104,5



Изводи

Измерванията показват, че е препоръчително и в повечето помещения в Машинно отделение е задължително да се носят предпазни антифони! Поставянето на знаци и табели, които да предупреждават за високи нива на шум на входа на всяко помещение, в което нивата на шум са над нормите е задължително!

На борда не бяха установени нива на шум L_{peak} (dBC), надвишаващи долните стойности на експозиция, изискващи предприемане на действия, НО в повечето машинни отделения е задължително носенето на лични предпазни средства за защита на слуха. Носенето на вахтена служба или изпълнението на дневните задължения на екипажа, работещ в тези зони, приемам да е около 8 часа средно на ден. Позовавайки се на НАРЕДБА № 6 от 15 август 2005 г. за „минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите“, отговорното лице, супервайзърът на работната група в тези зони, носи отговорност всички да имат осигурени и задължително да носят предпазната екипировка.

Този доклад има за цел да внесе повече яснота и да придаде важност на вредното влияние на шум върху човек в работна среда на кораб. Въпреки понякога шумът да е приемлив и търпим за човек, влиянието му е опасно върху здравето и безопасността, тъй като може да доведе и до човешки грешки в работния процес.

Въздействието на шума в работната среда може да постави работещия в рискови ситуации – с преки последствия върху безопасността, поради нечуване на предупредителни сигнали, вик за помощ, инепреки – поради намаляване на способността за концентрация на вниманието, намаляване сръчността и уменията, ускорено настъпване на умората, влошено качество на труда, повишаване на риска от злополуки и др.

Използвана литература:

- [1] <https://okemtesting.com/2019/08/24/vazdeistvie-na-shuma-varho-zdraveto/>
- [2] <https://betty.bg/vliyanieto-na-shuma-varhu-organizma/>
- [3] <https://www.mh.government.bg/bg/informaciya-za-grazhdani/zdravosloven-nachin-na-zhivot/okolna-sreda/vliyanie-na-shuma/vredni-efekti/>
- [4] <https://srzi.bg/bg/shumat-ili-nejelaniyat-zvuk>
- [5] <https://www.rockwool.com/bg/za-nas/press-centar/2019/shumovo-zamarsqvane-i-kak-da-se-predpazim/>
- [6] Д-р Лидия МИХАЙЛОВА, *Производственят шум и въздействието му върху човешкия организъм*
- [7] Радослав Симионов, Съвременни методи за инженерингови решения в сградни енергийни системи, Годишник БСУ 2018, том XXXVIII, ISSN: 1311-221X, с. 216 – 220.
- [8] Radoslav Simionov - INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TECHNICAL FACTORS ON THE PROCESSES OF INTEGRATION OF ENERGY SECTOR SYSTEM IN BALKAN REGION, Списание „Компютърни науки и комуникации“, Том 8, No1 (2019), БСУ, Бургас, с. 48-53