

## УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ШУМ

**Зорница Димитрова Евлогиева**  
[zrukova@abv.bg](mailto:zrukova@abv.bg)

**Висше Транспортно Училище „Тодор Каблешков“**  
**гр.София п.к.1574 ул.„Гео Милев“158**  
**БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** шумомер, микрофон, звук, акустика, дозиметър

**Резюме:** За подобряване качеството на живот, особено важно е да се намалят шумовите емисии. Заобикалящия ни шум се предизвиква от редица фактори и условия, част от които могат да се контролират или премахват. Затова точните и коректни измервания са от изключително голямо значение. За целта е необходимо да се използват инструменти с широка гама от функции и параметри, както и да се въведат правила за употребата им, за да се получат възможно най-коректни и достоверни резултати. Получените данни от своя страна трябва да отговарят на приетите страна наредби и стандарти.

Уредите за измерване нивото на звук се използват и в закрити и в открити пространства. Чрез тях се прави оценка на шума в съответствие със съществуващите правилници и разпоредби.

### ПЪРВИ ИЗМЕРВАНИЯ

Първите известни и целенасочени измервания на нивата на шум в градски условия са извършени в Ню Йорк през 1929г.



**Фигура 1 – Камион с оборудване, използван за измерването на шум в Ню Йорк през 1929г.**

Задачата е била възложена на телефонни лабораториите „Бел“ и Джонс Манвил. Те е трябвало за една година да направят последователни измервания за периоди от по

24 часа, в различни точки на града, на открити пространства и на закрито. За целта са използвали устройство на принципа на вакуумна тръба. Поради обема и теглото, оборудването е било разположено в камион. За изследването са били необходими двама оператори. Единият е стоял зад камиона и е слушал едновременно симулиран звук от зумер и общото звучене в обсега на микрофона. Той е контролирал звука от зумера, така че да се замаскира фоновият звук. Другият оператор в камиона е записвал сигнала подаван от микрофона. Измерените нива на звука са били сравнени с предварително записани на грамофон в лабораториите шумове от улицата и в стая. Теглото на уреда за мерене на шума заедно с батерията са тежали 25кг.

През следващите години са правени редица измервания на шума. Създавани са различни стандарти както национални, така и международни, които описват основните параметри, характеристики и изисквания към уредите, методите за мерене. Всеки следващ шумомер, излязъл на пазара е по-лек, по-компактен и по-функционален.

В зависимост от характера на шума, целите на изследването и информацията, която е нужно да се събере уредите, които могат да се използват, съдържат следните елементи или част от тях: микрофон, електронен усилвател, честотно претегляне, съоръжение за съхранение на данни и дисплей.

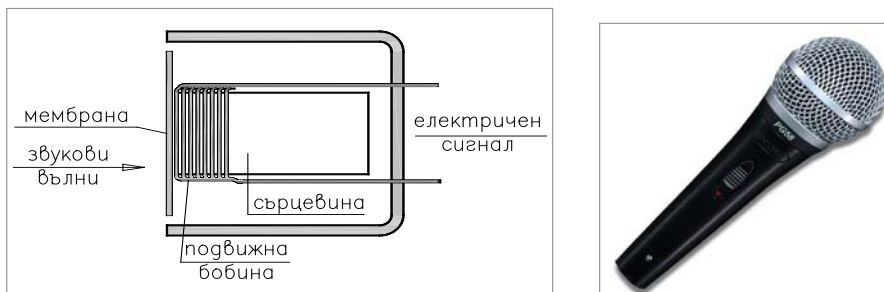
### **МИКРОФОНИ:**

Микрофонът е сензор, който преобразува звуковият сигнал в електрически, а той от своя страна се анализира от измервателната техника. Точността на измерване зависи от характеристиките на микрофона. Затова той трябва да се подбере внимателно, като се вземат предвид и климатичните условия, при които ще се използва.

### **ВИДОВЕ:**

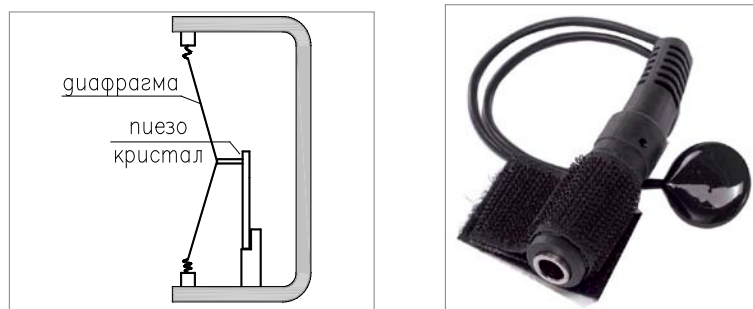
Основните видове микрофони, които се ползват за измервания са: пиезоелектричен, кондензаторен, електретен или динамичен.

При *динамичните микрофони* има тънка диафрагма, която се движи заедно със звуковите вълни. Тя е прикрепена към електрическа намотка, поставена в магнитно поле на постоянен магнит. Движението на намотката през магнитното поле води до индуцирането на ток. Могат да се използват като се свържат към спомагателни инструменти посредством дълги кабели. Не са удачни за ползване в близост до устройствата, излъчващи магнитни полета, като трансформатори, двигатели. Имат ограничени честотни характеристики и затова не са удачни за използване в областта на акустиката.



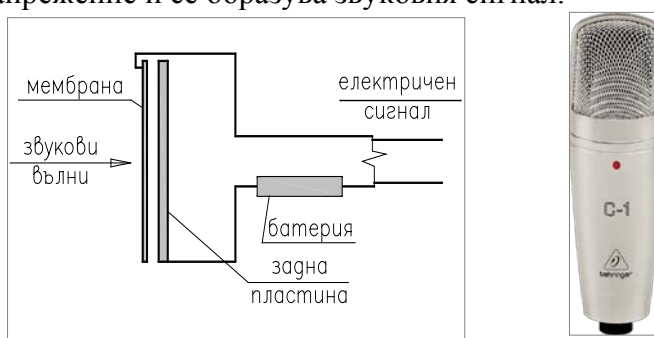
**Фигура 2 – Динамичен микрофон**

В *пиезоелектричния микрофон* мембраната е свързана с пиезоелектричен кристал, който генерира електричен ток, когато е подложен на механично въздействие. Те са здрави, надеждни, имат висок капацитет и добър динамичен обхват.



**Фигура 3 – Пиезоелектричен микрофон**

**Кондензаторните микрофони** имат тънка опъната диафрагма, поставена близо до метална пластина, което формира кондензатора. Диафрагмата вибрира заедно със звуковите вълни и така променя капацитета на кондензатора, което влияе на подаденото напрежение и се образува звуковия сигнал.



**Фигура 4 – Кондензаторен микрофон**

**Електретните микрофони** са вид кондензаторни микрофони, при които се добавя постоянно наелектретиран слой върху пластината или на задната страна на мембраната. Имат нисък капацитет, изискват предусилвател. Поради високата честотна характеристика, стабилността си, неподатливостта към вибрации са предпочитани за прецизни измервания.

#### **ЧУВСТВИТЕЛНОСТ:**

Чувствителността на микрофоните е важна тяхна характеристика. Съществува следната зависимост- малките микрофони имат ниска чувствителност, но работят при ниски и високи честоти. Големите микрофони са високо чувствителни, но са полезни най-вече при ниските честоти. Диаметрите на микрофоните са 1см, 2см и 4см., като честота на 4 сантиметровия микрофон е 20kHz, а на 1сантиметровия – почти 100kHz.

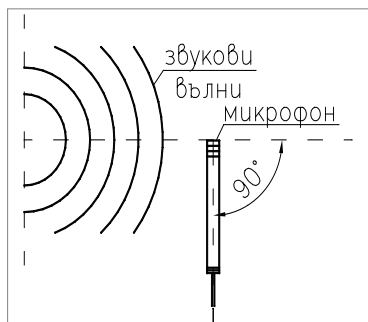
При измерване на много ниски нива на шум (под 30dB) са необходими микрофони с висока чувствителност и обратното – на високите нива на шум ( над 130dB) съответстват с ниска чувствителност. Следователно динамичния обхват на добрите микрофони е 100-120dB.

#### **ОРИЕНТАЦИЯ НА МИКРОФОНА ПРИ ИЗМЕРВАНЕ:**

Важно условие за коректното получаване на резултатите от измерванията е правилния избор на микрофон и неговото позициониране и ориентиране в зависимост от акустичната среда. Звуковото поле се нарушава при наличието на микрофон в него и се получават грешки в измерванията.

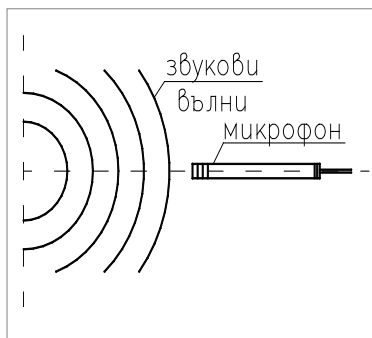
За да се избегне това се използва *микрофон за свободно звуково поле*. Конструкцията му е такава, че нарушенията се компенсират. За да се получат коректни

результати звуковата вълна трябва да е перпендикулярна на мембраната на микрофона. Използват се когато се измерва шум, идващ от определена посока, като строителни машини, превозни средства и други.



Фигура 5 – Микрофон в свободно звуково поле

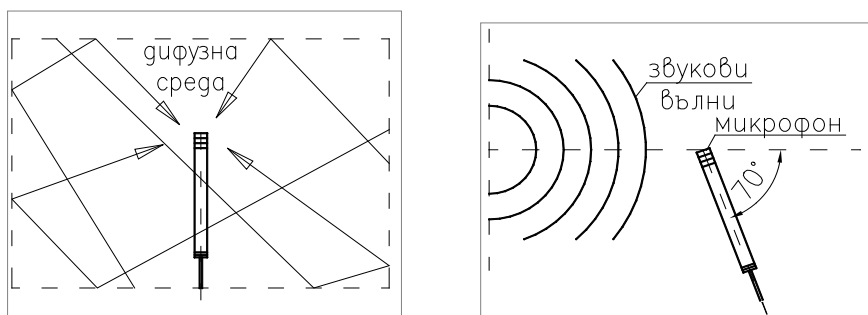
**Микрофоните на налягане** измерват звуковото налягане на промененото поле и мембраната им трябва да е насочена успоредно на звуковите вълни. Използват се в малки затворени пространства близо до гладки отразяващи повърхности и за монтиране в стени или обекти, когато звуковата вълна е успоредна на повърхността им.



Фигура 6 – Микрофон на налягане

При **микрофоните в дифузна среда**, звуковите вълни идват от всички посоки. Наричат се още микрофони с „произволно въздействие“, реагират по еднакъв начин на всички пристигащи звуци. Когато по случайност звука се измерва в свободно поле с този вид микрофон е добре той да е насочен под ъгъл от  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  в посоката на преобладаващия източник, така че честотните характеристики на падащите и отразените вълни да са еднакви.

Микрофоните за дифузна среда се използват за измервания в затворени помещения. Често производителите предлагат към микрофоните за свободно поле механични коректори за да се използват и в дифузна среда.



Фигура 6 – Микрофон в дифузна среда

### **ИЗБОР НА МИКРОФОН ЗА РАБОТА:**

За да се избере подходящ микрофон за изследването е необходимо да се вземат под внимание следните параметри: нивата на шум, които ще се измерват; честотите-ниски или високи; вида на акустичното поле – дифузно или свободно; предназначението и вида на измерването.

### **ШУМОМЕРИ**

Шумомерът е най-доброто средство за оценка на шума. С помощта на чувствителен микрофон усилва сигнала, обработва информацията, визуализира я върху екран и я съхранява. Най-често са преносими уреди и се захранват с батерия.

### **ВИДОВЕ:**

Шумомерите са основно четири вида според вида си на точност - 0,1,2, и 3 и техните спецификации са дадени в международния сертификат IEC 60651.

Уредите *от тип 0* са предназначени да служат за референтен лабораторен стандарт.

Уредите *от тип 1* са тип за „точност“. Тяхната точност е 1dB. Използват се специално за лабораторни изследвания, за употреба на открито, където се налага да се изследва и контролира внимателно акустичната среда.

Шумомерите *тип 2*, са тип за „общо предназначени“ и са с точност 2dB. Основното им приложение е при бързи изследвания.

Устройствата от *тип 3* са тип „проучване“. Използват се при теренно изследване на шума.

Формата на шумомерите е такава, че в областта при микрофона уредите са най-тесни и плавно се разширяват надолу за да може да се сведе до минимум отражението от повърхността на звукови вълни.

Шумомери тип 0 и 1 са по-гъвкави. При тях има възможност да се измерват вибрации, да се измерва непритеглен сигнал, както и А- и С-притеглен. Има възможност да се избират кондензаторни микрофони с различни параметри и чувствителност.

Шумомери тип 2 също извършват измервания с А- и С-притегляне.

Почти всички съвременни шумомери имат настройка за „бързо“ и „бавно“ измерване. Това е времето, за което през което устройството мери и на екрана визуализира усреднената стойност. Бързото отговаря на времева константа от 0,1s, а бавното- на 1s.



*Фигура 7 – Шумомери*

Съвременните шумомери разполагат с честотен анализатор, който дава възможност да се изолира октавен филтър за да се измери звуково налягане в различни честотни диапазони.

## ***ПРАВИЛА ПРИ ИЗМЕРЕНИТЕ***

За да се измерят правилно съществуващите нива на шум, добре е да се следват следните предписания:

- 1/ Батерията трябва да бъде проверена преди всяко измерване;
- 2/ При необходимост да се използва предпазителя за вятър;
- 3/ Микрофонът трябва да е ориентиран както беше описано;
- 4/ Шумомера трябва да е разположен върху стабилен и здрав статив, снабден с еластични елементи, за да се изолира уреда от възможни вибрации. За да не се влияе на измерванията, оператора трябва да е на разстояние от 2-3м.
- 5/ Преди и след всяко измерване уредът трябва да се калибрира с помощта на калибратор за да се приемат за достоверни направените отчети.

## **КАЛИБРАТОРИ**

Калибратора е еднотоново, захранвано от батерия устройство, което се монтира върху микрофона и произвежда точно референтно налягане за калибриране на уреда. Калибраторите работят при 1kHz международна референтна честота. На всеки 6 месеца до година той трябва също да се проверява за точност.



*Фигура 8 – Калибратори*

## **ДОЗИМЕТРИ**

При измервания на шумови емисии на работното място не е удобно и практично да се използват шумомери. Работниците често се местят от място на място и ще им бъде смущаван работния процес. Поради това се предлагат устройства наречени дозиметри. Те са малки, леки и компактни инструменти, които се носят от работника. Задачата му е да оцени дневната доза на шум като процент от максималните стойности разрешени от разпоредбите. Начина му на употреба е сравнително прост. Закрепва се на дрехата на работника в близост до ухото и може да се носи без да пречи на работата му. Получените стойности зависят от продължителността на работния ден.



*Фигура 9 – Дозиметри*

Дозиметрите се състоят от малък микрофон, прикрепен към удължител, така че да се монтира близо до ухото, малък усилвател и верига интегрираща електрически сигнал по отношение на времето. Обикновено имат индикатор за звукова експозиция, която може да е отделно от носеното устройство. Трябва да може да реагира на широк диапазон от звукови нива без допълнителни ръчни настройки. Имат индикатора за



претоварване, който предупреждава за извънредни нива на звуково налягане в честотния обхват на уреда. Захранват се с батерии. Трябва да издържат на тежки условия и да не могат да се манипулират от работника. Те са уреди от тип 2. Могат да измерват и  $L_{Aeq,T}$  (еквивалентното продължително А-претеглено ниво на шума за даден интервал ) и  $L_{peak}$  на всяка секунда. Това дава възможност да се анализира развитието на шума през целия ден и да се съпостави с вида на работата.

### **ПРАВИЛА ЗА СЪХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРАНЕ**

Правилното съхранение и транспортиране на уредите за измерване на шум е важно за тяхното качество на работа. Те не е добре да се излагат на екстремни температури или на пряка слънчева светлина- бхватът им на действие се намалява. Не трябва да се излагат на висока влажност или да се допуска кондензация, поради опасност от късо съединение или някаква неизправност. Особено това важи за микрофоните, при които може да се получат грешни отчети и окисляване на мембраната, поява на малки дупчици, което води до необходимостта от подмяна. Оборудването се съхранява при температура 10 до 25 °C и относителна влажност на въздуха между 30 и 70%.

Не трябва да се допускат вибрации, затова е добре да се транспортират в техните производствени кутии.

Уредите трябва да се пазят от прах, особено микрофоните. Поради тази причина винаги се ползва щита срещу вятър. Въпреки това попадането на прах по мембраната е неизбежно.

Батериите трябва да се махат от уреда, когато той не се ползва за дълъг период от време. Акумулаторните батерии трябва да са винаги заредени.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Alan Marsh - „Sound level meters: 1928 to 2012“ - 2012 March

[2] Professor J. Malchaire - „SOUND MEASURING INSTRUMENTS“

[3] Daniel R. Raichel - „THE SCIENCE AND APPLICATIONS OF ACOUSTICS“

2006

## **SOUND-MEASURING INSTRUMENTATION**

**Zornitsa Dimitrova Evlogieva**

[zrukova@abv.bg](mailto:zrukova@abv.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport,*

*Sofia, 158 Geo Milev Str.*

**BULGARIA**

**Key words:** *sound level meter, microphone, sound, acoustic, dosimeter*

**Abstract:** *To improve the quality of life, it is essential to reduce noise emissions. Surrounding noise is caused by a number of factors and conditions, some of which can be controlled or eliminated. Therefore, the exact and correct measurements are of utmost importance. For this purpose it is necessary to use tools with a wide range of functions and parameters and to establish rules for their use to obtain the most accurate and reliable results. The data obtained in turn must meet the admissions regulations and standards.*