

Дата: 09.11.2023

Група: 24

Предмет: Інформаційні системи

## УРОК 49

**ТЕМА:** «Акустичні системи. Системи об'ємного звуку. Мікрофони.»

### МЕТА:

- Розглянути поняття «акустичних систем»
- Вивчити схему будови акустичної системи та її види
- Опанувати системи об'ємного звуку
- Виховати інформаційно-освічену особу, цікавість до обраної професії, дисципліну та уважність

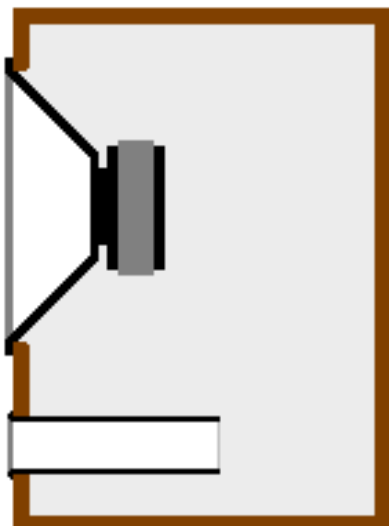
### Вивчення нового матеріалу:

#### 1. Акустична система

**Акустична система** — пристрій або система пристроїв для відтворення звуку, що складається з однієї або кількох динамічних головок, розташованих у корпусі (акустичному оформленні). Акустична система перетворює електричні коливання у звукові.



4-смугова акустична система



## Схема будови фазоінвертора



## Схема будови двосмугової акустичної системи

Акустична система складається з акустичного оформлення (наприклад, ящика типу *фазоінвертор*) і вмонтованих у нього випромінюючих голівок (звичайно, динамічних).

Залежно від побудови розрізняють *односмугові* (один широкосмуговий випромінювач, наприклад, динамічна голівка) і *багатосмугові* (дві й більше голівки, кожна з яких створює звуковий тиск у своїй смузі частот) акустичні системи.

**Односмугові системи** не мали широкого поширення через труднощі створення випромінювача, що однаково добре відтворює сигнали різних частот. При значному ході дифузора одного випромінювача виникають високі *інтермодуляційні спотворення*, викликані ефектом Доплера.

У **багатосмугових акустичних системах** спектр частот розбивається на кілька діапазонів, що перекриваються між собою за допомогою фільтрів (у високоякісній апаратурі — кросоверів, в решті — комбінації резисторів, конденсаторів і індуктивностей). Кожен діапазон подається на свою динамічну голівку, що має найкращі характеристики в цьому діапазоні. У такий спосіб досягається найкраще відтворення усього сприйманого людиною діапазону звукових частот (20-20000 Гц).

Для персональних комп'ютерів акустичні системи, звичайно, виконуються разом із підсилювачем звукових частот (так звані «активні АС») і підключається до системного блоку комп'ютера.

## 2. Системи об'ємного звуку

**Об'ємний звук** (від англ. Surround Sound - «сурраунд Саунд» - «об'ємний, навколишній, що приходить з усіх боків звук», варіант: просторове звучання) - відтворення багатоканальних фонограм через систему гучномовців, розташованих по колу від слухача, забезпечуючи звук з радіусом 360 ° в горизонтальній площині (2D), що виражається у відтворенні акустичної атмосфери в обмеженому просторі кінозалу або кімнати домашнього кінотеатру.

Об'ємний звук широко представлений на комерційних носіях та ЗМІ, таких як відеокасети, DVD, і ТВЧ - трансляцій, де він кодується системами стиснення з втратами Dolby Digital і DTS, і форматами стиснення звуку без втрат DTS HD Master Audio і Dolby TrueHD на Blu-ray Disc і HD DVD, які ідентичні студійним майстер записам. Інші комерційні формати - це конкуруючі DVD-Audio (DVD-A) і Super Audio CD (SACD), а також MP3 Surround. Звуковий багатоканальний супровід до

кінофільмів має цілі сімейства форматів від двох великих конкуруючих компаній Digital Theater Systems Inc. - DTS і Dolby Laboratories Inc. - Dolby Digital. Sony Dynamic Digital Sound (SDDS) є 8-канальною кінотеатральною системою об'ємного звуку, яка має 5 незалежних фронтальних звукових каналів з двома незалежними тиловими каналами і канал низькочастотних ефектів. У традиційній 7.1 системі просторового звучання введені два додаткових тилових гучномовця в порівнянні із звичайною конфігурацією 5.1 . У загальній складності формат 7.1 містить чотири тилових канали і три фронтальних канали, щоб створити 360° звукове поле.

Більшість записів об'ємного звучання створюються кінокомпаніями або виробниками відеоігор, проте деякі споживчі відеокамери мають подібні можливості по запису об'ємного звуку вбудованими мікрофонами або підключаються додатково. Технології об'ємного звуку можуть також використовуватися в музиці для отримання нових методів художнього вираження. Після провалу квадрофонічних аудіоформатів в 1970-і роки, багатоканальна музика поступово стала знову популярна з 1999 року завдяки SACD і DVD-Audio форматам. Деякі AV-ресивери, стереофонічні системи і комп'ютерні звукові карти містять інтегральні цифрові сигнальні процесори та/або цифрові аудіо процесори для імітації об'ємного звуку від стереофонічного джерела.

### **Вимоги до звукових карт.**

*Підтримка тривимірного звуку*, реалізована в наборі мікросхем. Вираз тривимірний звук означає, що звуки, відповідні відбувається на екрані, лунають далі або ближче, за спиною або десь осторонь. Microsoft DirectX 8/9.x включає в себе підтримку тривимірного звуку, однак для цього краще використовувати аудіо адаптер з апаратно вбудованою підтримкою тривимірного звуку.

*DirectX 8/9.x* може використовуватися поряд з іншими API тривимірного звуку, до яких належать, наприклад, EAX і EAX 2.0 компанії Creative, 3D Positional Audio компанії Sasaure і технологія A3D нині не існуючої компанії Aureal.

*D-звукове прискорення*. Звукові плати з наборами мікросхем, що підтримують цю можливість, мають досить низький коефіцієнт завантаження процесора, що призводить до загального збільшення швидкості ігор. Для отримання найкращих результатів необхідно скористатись наборами мікросхем, що підтримують прискорення найбільшого числа 3D-потоків; в іншому випадку при обробці тривимірного звуку центральний процесор може зіткнутися з певними труднощами, що в кінцевому рахунку позначиться на швидкості гри. Це особливо важливо для систем з частотою процесора менше 1 ГГц або при роботі з високим дозволом і глибиною кольору (від 1024\*768/32 біт).

### **3. Класифікація PC-акустики за призначенням**

В першу чергу потрібно визначитися: для яких цілей вам потрібна акустика, і чим ви керуєтеся при її виборі. Існує два основних напрямки застосування комп'ютерних колонок:

#### **Критерії при виборі PC-акустики**

Розглянемо три найпоширеніших обставини, на підставі яких здійснюють вибір:



Як ви бачите, все не так однозначно, як здається на перший погляд. Якщо ж зануритися ще глибше і почати аналізувати доступний на поточний момент асортимент товарів і можливості / потреби конкретного покупця, то для кожного буде своя найкраща покупка. Так що порадити конкретні моделі надзвичайно складно. Однак, ми можемо застерегти читача хоча б від елементарних помилок при виборі акустики.



Хочемо відразу застерегти вас від поспішних висновків при порівнянні акустики за технічними характеристиками, наведеними на сайті виробника або в паспорті виробу. Потрібно мати на увазі, що відділ маркетингу ніколи не упустить можливості «обхитрити» покупця і вказати найбільш вигідні дані. Які б ви цифри ні побачили, не спокушайтеся і ставитесь до них скептично. Наприклад, на деяких колонках пишуть: «потужність 100 Вт, спотворення 0,01%». Все це чудово, але проблема в тому, що потужність і спотворення вимірювалися окремо. Потужність при 10%, а спотворення при 1 Вт. При цьому, напевно такі «дивні» умови вимірювання описані десь в кутку дрібними буквами, щоб при можливому розгляді у користувача не було підстав для претензій.

Також ми завжди радимо обов'язково послухати перед покупкою, як звучать вибрані вами колонки. Якщо є можливість, тут же порівняйте якість звучання з яким-небудь альтернативним рішенням. Причому, чим менше часовий розрив між цими слуховими тестами, тим правдоподібною і правильніше будуть ваші висновки. Ніякі пам'ятні відчуття від прослуховувань акустичної системи (типу «слухав я на минулому тижні у сусіда») в розрахунок брати категорично не можна. Вони не годяться тому, що сприйняття звуку залежить від психофізичного стану індивідуума на даний момент, плюс, слухові відчуття людини (особливо з незвички) дуже нечіткі і швидко стираються з пам'яті.

Тепер про акустичні системи, що включають в себе кілька колонок. Як ви знаєте, серед багатоколоночних конфігурацій існують в основному 1, 2, 3-системи. Зовні вони відрізняються трохи: 2-акустика на відміну від 1 має в комплекті на одну колонку більше (так званій «центр»). Але насправді відмінність полягає не тільки в цьому. Все залежить від того, яка звукова карта встановлена \u200b\u200b у вашому комп'ютері.



Якщо ви використовуєте з 2-набором акустики чотирьохканальну звукову карту, то при цьому скоріше не гратимуть центр і сабвуфер. Якщо ж з

1-набором акустики ви використовуєте шестиканальну карту, то повноцінних шестиканального форматів Dolby Digital і DTS вам ніколи не відчути, що б не писав виробник акустики про свою супер-пупер технології «віртуального центрального каналу». Причина криється в відсутність на 1-системах окремих входів для центру і сабвуфера (хоча двоканальний режим роботи, як і стереорежим, для таких карт обов'язково існують і можуть бути легко обрані в настройках).

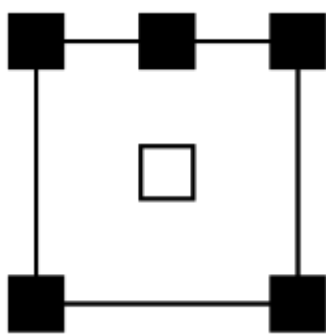
**Формат Dolby Digital EX** (розширений цифровий Dolby) є розвитком формату Dolby Digital, до якого додано ще один звуковий канал для центральної задньої колонки, розміщений безпосередньо за слухачем. Цей формат реалізується за допомогою акустичної системи 6.1.

Альтернативні формати для Dolby Digital і Dolby Digital EX — формат DTS (Digital Theater Sound — цифровий звук для театру) на базі акустичної системи 5.1 і формат DTS ES на базі акустичної системи 6.1.

Dolby Stereo принесла в фільми 4 звукових канали, з трьома спереду (лівий і правий для музики і ефектів і центральний для діалогів) і четвертим «оточуючим» (Surround) для створення загальної звукової атмосфери.

Наприкінці 80-х — початку 90-х років компанія Dolby революціонізувала побутові пристрої розваг шляхом впровадження систем «домашнього театру» Dolby Surround, а пізніше і Dolby Pro Logic. У побутових пристроях в основному використовується технологія Dolby Stereo для відтворення з відео стрічок і лазерних дисків (під лазерними дисками маються на увазі LaserDisc, тобто «великі» відео лазерні диски). Ці системи дозволяли глядачам використовувати вдома ту ж саму 4-х каналну конфігурацію, що і в кінотеатрах.

Системи Dolby Digital (AC-3) вийшли на новий рівень, надаючи шість каналів кристально чистого об'ємного цифрового звуку. Лівий, центральний і правий фронтальні канали дозволяють точно визначити позицію джерела звуку на екрані. Окремі лівий і правий задні бічні канали втягують у фільм своїми оточуючими і обтічними звуками. А додатковий низькочастотний канал додає напруження дії на екрані.



*Акустична система 2 Цифра до точки позначає кількість сателітів, а після - сабвуферів.*

#### **4. Детальна розшифровка деяких характеристик акустики**

##### **потужність**

Під словом потужність в розмовній мові багато хто розуміє «міць», «силу». Тому цілком природно, що покупці пов'язують потужність з гучністю: «Чим більше

потужність, тим краще і голосніше звучатимуть колонки». Однак це поширена думка в корені помилково! Далеко не завжди колонка потужністю 100 Вт буде грати голосніше або якісніше тієї, у якій вказана потужність «всього» в 50 Вт. Значення потужності швидше говорить не про гучності, а про механічну надійність акустики. Ті ж **50 або 100 Вт це зовсім не гучність звуку**, Видаваного колонкою. Динамічні головки самі по собі мають низький ККД і перетворюють в звукові коливання лише 2-3% потужності, що підводиться до них електричного сигналу (на щастя, гучності видаваного звуку цілком вистачає для створення звукового супроводу). Величина, яку вказує виробник в паспорті динаміка або системи в цілому, говорить лише про те, що при підведенні сигналу зазначеної потужності динамічна головка або акустична система не вийде з ладу (внаслідок критичного розігріву і межвиткового КЗ дроти, «закушування» каркаса котушки, розриву дифузора, пошкодження гнучких підвісів системи і т.п.).

Таким чином, потужність акустичної системи це технічний параметр, величина якого не має прямого відношення до гучності звучання акустики, хоча і пов'язана з нею деякої залежністю. Номінальні значення потужності динамічних головок, підсилювального тракту, акустичної системи можуть бути різними. Вказуються вони швидше для орієнтування і оптимального сполучення між компонентами. Наприклад, підсилювач значно меншою або значно більшою потужністю може вивести колонку з ладу в максимальних положеннях регулятора гучності на обох підсилювачах: на першому завдяки високому рівню спотворень, на другому завдяки нештатному режиму роботи колонки.

Потужність може вимірюватися різними способами і в різних тестових умовах. Існують загальноприйняті стандарти цих вимірів. Розглянемо докладніше деякі з них, найбільш часто вживані в характеристиках виробів західних фірм:

**RMS** (Root Mean Squared середньоквадратичне значення). Потужність вимірюється подачею синусоїдального сигналу частотою 1000 Гц до досягнення певного рівня нелінійних спотворень. Зазвичай в паспорті на виріб пишеться так: 15 Вт (RMS). Ця величина говорить про те, що акустична система при підведенні до неї сигналу потужністю 15 Вт може працювати тривалий час без механічних пошкоджень динамічних головок. Для мультимедійної акустики завищені в порівнянні з Hi-Fi колонками значення потужності в Вт (RMS) виходять внаслідок вимірювання при дуже високих гармонійних спотвореннях, часто до 10%. При таких викривленнях слухати звуковий супровід практично неможливо через сильні хрипів і призвуків в динамічній голівці і корпусі колонки.

**PMPO** (Peak Music Power Output пікова музична потужність). В даному випадку потужність вимірюється подачею короткочасного синусоїдального сигналу тривалістю менше 1 секунди і частотою нижче 250 Гц (зазвичай 100 Гц). При цьому не враховується рівень нелінійних спотворень. Наприклад, потужність колонки дорівнює 500 Вт (PMPO). Цей факт говорить про те, що акустична система після відтворення короткочасного сигналу низької частоти не мала механічних пошкоджень динамічних головок. У народі одиниці вимірювання потужності Вт (PMPO) називають "китайською ватами" через те, що величини потужності при такій методиці вимірювання досягають тисячі Ватт! Уявіть собі активні колонки для комп'ютера споживають з мережі змінного струму електричну потужність  $10 \text{ В} * \text{А}$  і розвивають при цьому пікову музичну потужність 1500 Вт (PMPO).

Нарівні з західними існують також радянські стандарти на різні види потужності. Вони регламентуються діючими до цього дня ГОСТ 16122-87 і ГОСТ 23262-88. Ці стандарти визначають такі поняття, як номінальна, максимальна шумова, максимальна синусоїдальна, максимальна довготривала, максимальна короткочасна потужності. Деякі з них вказуються в паспорті на радянську (і пострадянську) апаратуру. У світовій практиці ці стандарти, природно, не використовуються, тому ми не будемо на них зупинятися.

Робимо висновки: найбільш важливим на практиці є значення потужності, зазначеної в Вт (RMS) при значеннях коефіцієнта гармонік (THD), рівного 1% і менше. Однак порівняння навіть за цим показником дуже приблизно і може не мати нічого спільного з реальністю, адже гучність звуку характеризується рівнем звукового тиску. Тому, **інформативність показника «потужність акустичної системи» нульова.**

## чутливість

Чутливість один з параметрів, що вказуються виробником в характеристиці акустичних систем. Величина характеризує інтенсивність звукового тиску, що розвивається колонкою на відстані 1 метра при подачі сигналу частотою 1000 Гц і потужністю 1 Вт. Вимірюється чутливість в децибелах (дБ) щодо порога чутності (нульовий рівень звукового тиску дорівнює  $2 \cdot 10^{-5}$  Па). Іноді використовується позначення рівень характеристичної чутливості (SPL, Sound Pressure Level). При цьому для стислості в графі з одиницями вимірювань вказується дБ / Вт \* м або дБ / Вт  $^{1/2}$  \* м. При цьому важливо розуміти, що чутливість не є лінійним коефіцієнтом пропорційності між рівнем звукового тиску, потужністю сигналу і відстанню до джерела. Багато фірм вказують характеристики чутливості динамічних головок, виміряні при нестандартних умовах.

Чутливість характеристика, більш важлива при проектуванні власних акустичних систем. Якщо ви не усвідомлюєте до кінця, що означає цей параметр, то при виборі мультимедійної акустики для PC можна не звертати на чутливість особливої уваги (благо вказується вона не часто).

## АЧХ (Frequency Response)

**Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ)** В загальному випадку являє собою графік, що показує різницю величин амплітуд вихідного і вхідного сигналів у всьому діапазоні відтворюваних частот. АЧХ вимірюють подачею електричного синусоїдального сигналу незмінною амплітуди при зміні його частоти. Причому в точці на графіку, де частота дорівнює 1000 Гц, прийнято відкладати на вертикальній осі рівень 0 дБ. Ідеальний варіант, при якому АЧХ представлена прямою лінією, але таких характеристик в реальності у акустичних систем просто не буває. При розгляді графіка потрібно звернути особливу увагу на величину нерівномірності. Чим більше величина нерівномірності, тим більше частотних спотворень тембру в звучанні.

Західні виробники віддають перевагу терміну **FR** (Frequency response) діапазон відтворюваних частот, який являє собою «вичавлювання» інформації з АЧХ: вказуються лише граничні частоти і нерівномірність. Припустимо, написано: 50 Гц - 16 кГц АЧХ ( $\pm 3$  дБ). Це означає, що у даній акустичної системи в діапазоні 50 Гц - 16



кГц звучання достовірне, а нижче 50 Гц і вище 15 кГц нерівномірність різко збільшується, АЧХ має так званий «завал» (різке зменшення кількості характеристики).

Чим це загрожує? Зменшення рівня низьких частот на увазі втрату соковитості, насиченості звучання басів. Підйом в області НЧ викликає відчуття бурмотіння і гудевої колонки. У завалах високих частот звук буде тьмяним, незрозумілим. Підйоми ВЧ означають присутність дратівливих, неприємних шиплячих і свистячих призвуків. У мультимедійних колонок величина нерівномірності АЧХ зазвичай вище, ніж у так званих Hi-Fi акустики. До всіх рекламних заяв фірм-виробників про АЧХ колонок типу 20-20000 Гц (теоретичну межу можливості) потрібно ставитися з неабиякою часткою скептицизму. При цьому часто не вказується нерівномірність АЧХ, яка може становити при цьому немислимі величини.

Оскільки виробники мультимедійної акустики часто «забувають» вказати нерівномірність АЧХ акустичної системи, зустрічаючись з характеристикою колонки 20 Гц - 20000 Гц, треба тримати вухо гостро. Існує велика ймовірність купити річ, яка не забезпечує навіть більш-менш рівномірну характеристику в смузі частот 100 Гц - 10000 Гц. Порівнювати ж діапазон відтворюваних частот з різними нерівномірно не можна зовсім.

### **Нелінійні спотворення, коефіцієнт гармонік (THD)**

Абревіатура THD дослівно розшифровується як сумарні гармонійні спотворення (Total Harmonic Distortion), але означає цілком певний термін коефіцієнт гармонік. Акустична система являє собою складне електроакустичне пристрій, який має нелінійну характеристику посилення. Тому сигнал по закінченні всього звукового тракту на виході обов'язково матиме нелінійні спотворення. Одними з найбільш явних і найбільш простих в вимірі є гармонійні спотворення.

THD колонок багато в чому залежить від потужності подається на них сигналу. Тому нерозумно робити заочні висновки або порівнювати колонки тільки по THD, не вдаючись до прослуховування апаратури (хоча за таким легким шляхом іноді йдуть навіть найавторитетніші видання). До того ж для робочих положень регулятора гучності (зазвичай це 30 ... 50%) значення THD виробниками не вказується.

### **Електричний опір, імпеданс (impedans)**

Електродинамічна головка має певний опір постійному струму, залежне від товщини, довжини і матеріалу дроти в котушці (такий опір ще називають резистивним або реактивним). При подачі музичного сигналу, який представляє собою змінний струм, опір головки буде змінюватися в залежності від частоти сигналу.

**Імпеданс (Impedans)** це повний електричний опір змінному струму, виміряний на частоті 1000 Гц. Зазвичай impedans акустичних систем дорівнює 4, 6 або 8 Ом.

В цілому величина повного електричного опору (impedans) акустичної системи ні про що, пов'язаному з якістю звучання того чи іншого виробу, покупцеві не скаже. Виробником вказується цей параметр лише для того, щоб опір враховували при підключенні акустичної системи до підсилювача. Якщо значення опору колонки



нижче, ніж у підсилювача, в звучанні будуть присутні нелінійні спотворення; якщо вище, то звук буде значно тихіше, ніж з рівним опором.

## 5. Корпус колонки, акустичне оформлення

Одним з важливих факторів, що впливають на звучання акустичної системи, є акустичне оформлення. При конструюванні акустичних систем виробник зазвичай стикається з проблемою у виборі акустичного оформлення. Їх налічується більше десятка видів.

Акустичне оформлення ділиться на акустично розвантажене і акустично навантажене. Перше має на увазі оформлення, при якому коливання дифузора обмежується тільки жорсткістю підвісу. При другому коливання дифузора обмежується крім жорсткості підвісу ще пружністю повітря і акустичним опором випромінювання. Також акустичне оформлення ділиться на системи одинарного і подвійного дій. Система одинарної дії характеризується порушенням звуку, що утворюється до слухача, за допомогою тільки однієї сторони дифузора (випромінювання іншого боку нейтралізується акустичним оформленням). Система подвійної дії має на увазі використання в формуванні звуку обох поверхонь дифузора.

*Звукова система ПК* - це комплекс програмно-апаратних засобів, що виконують такі функції:

*Конструктивно звукова система ПК* є звукові карти, що встановлюються в слот, або інтегровані на материнську плату або карту розширення іншої підсистеми ПК.

Класична звукова система ПК містить:

- модуль запису і відтворення звуку;
- модуль синтезатора;
- модуль інтерфейсів;
- модуль мікшера;
- акустичну систему.

Перші чотири модулі, як правило, встановлюють на звуковій карті. Кожен з модулів може бути виконаний у вигляді мікросхеми, або входити до складу багатофункціональної мікросхеми.

*Акустична система (АС)* Безпосередньо перетворює звуковий електричний сигнал в акустичні коливання і є останньою ланкою звукопрізводящего тракту. До складу АС входять кілька звукових колонок, кожна з яких може мати один або кілька динаміків. Кількість колонок в АС залежить від числа компонентів, що складають звуковий сигнал і утворюють окремі звукові канали.

Професійні звукові плати дозволяють виконувати складну обробку звуку, забезпечують стереозвук, мають власне ПЗУ і зберігаються в ньому сотнями тембрів звучань різних музичних інструментів. Звукові файли зазвичай мають дуже великі розміри. Так, трихвилинний звуковий файл зі стереозвуком займає приблизно 30 Мбайт пам'яті. Тому плати Sound Blaster, крім своїх основних функцій, забезпечують автоматичне стиснення файлів.

## 6. Мікрофони

**Мікрофон** — прилад, що перетворює звукові коливання на коливання сили електричного струму. Мікрофони використовуються у багатьох пристроях, таких як телефони і магнітофони, у звукозаписі та відеозаписі, на радіо і телебаченні, для радіозв'язку, а також для ультразвукового контролю та вимірювання.

### Історія та принцип роботи

Перший використаний на практиці мікрофон був сконструйований у 1876 році — це був вугільний мікрофон Томаса Едісона, хоча деякі примітивні мікрофони, звані трансмітерами, конструювали і раніше. Ранній розвиток мікрофонів завдячує Лабораторії Белла, зокрема там був сконструйований перший конденсаторний мікрофон.

Принцип роботи мікрофона полягає в тому, що тиск звукових коливань повітря, води чи твердої речовини діє на тонку мембрану мікрофона. У свою чергу коливання мембрани збуджують електричні коливання, в залежності від типу мікрофона для цього використовується явище електромагнітної індукції, зміна ємності конденсаторів чи п'єзоелектричним ефектом.

### Різновиди мікрофонів



*Конденсаторний мікрофон Oktava-319*

За принципом дії мікрофонів можна виділити декілька їх основних типів.

Найстарші, **вугільні мікрофони** використовують властивість вугільного порошку змінювати опір в залежності від сили стиску порошку мембраною, що коливається під дією звукового тиску.

У **п'єзоелектричних мікрофонах** використовується п'єзоелектричний ефект, сутність якого полягає у виникненні електричних зарядів на поверхні кристалів деяких речовин (наприклад кристалах сегнетової солі) при їх деформації під дією тиску (в тому числі звукового), величина яких пропорційна деформувальній силі.

Мікрофони **магнітоелектричного типу** перетворюють акустичну енергію в електричну, використовуючи явище електромагнітної індукції. Конструктивно такі мікрофони виконуються або з рухомою катушкою (**динамічні мікрофони**) або з рухомою стрічкою (**стрічкові мікрофони**).

**Конденсаторні, або електростатичні мікрофони** використовують залежність ємності конденсатора від переміщень його рухомої пластини під дією звукових коливань. Різновидом конденсаторних мікрофонів є **електретні мікрофони**, що використовують діелектрики — матеріали, що можуть нести електричні заряди.

Найбільш розповсюдженими на сьогоднішній день є динамічні, конденсаторні та електретні мікрофони.

### Динамічні мікрофони

## Динамічний мікрофон Sennheiser



Найпоширеніший тип конструкції мікрофона, в основі якого — мембрана, з'єднана з легкою котушкою індуктивності, що поміщена в сильне магнітне поле, створюване постійним магнітом. Коливання звукового тиску діють на мембрану й надають руху котушці. Коли котушка перетинає силові лінії магнітного поля, у ній наводиться електрорушійна сила. ЕРС індукції пропорційна як амплітуді коливань мембрани, так і частоті коливань.

Перевагами динамічних мікрофонів є їхня міцність, невеликі розміри й маса, що дає можливість використовувати їх за межами студії — під час репортажів та на концертах. За характеристикою направленості динамічні мікрофони бувають ненаправлені та кардіоїдні.



## Конденсаторний мікрофон Oktava 319 всередині

### Конденсаторні мікрофони

В основі цього типу мікрофонів — конденсатор, одна з обкладок якого масивна і нерухома, а інша виконана з еластичного матеріалу (звичайно полімерна плівка з нанесеною металізацією). Під дією звукових коливань рухома обкладка починає коливатися, змінюючи ємність конденсатора.

Конденсаторний мікрофон має високий вихідний опір, тому усередині його корпуса розташовують передпідсилювач з високим (порядку 1 Гом) вхідним опором, виконаний на електронній лампі або польовому транзисторі. Як правило, напруга для поляризації і живлення передпідсилювача подається по сигнальним проводах (фантомне живлення).

Конденсаторні мікрофони мають досить рівномірну амплітудно-частотну характеристику й забезпечують високоякісне звучання, завдяки чому широко використовуються в студіях звукозапису, на радіо й телебаченні. Недоліки: висока вартість, необхідність у зовнішньому живленні, висока чутливість до ударів і кліматичних впливів — вологості повітря й перепадів температури, що обмежує їх використання за межами студії.



## Електретні мікрофони («капсулі»)

### Електретні мікрофони

Різновидом конденсаторного мікрофону є електретний мікрофон. Принцип дії електретного мікрофона заснований на здатності деяких діелектричних матеріалів (електретів) зберігати поверхневу неоднорідність розподілу заряду протягом тривалого часу. Ці матеріали

використовуються як діелектричне заповнення конденсатора, що дозволяє формувати поляризовальну напругу без підключення до зовнішніх джерел енергії. Живлення потрібне лише для підсилювача(?)

Як приклад можна навести капсуль ДЭМШ-1А, що входить до заводських мікрофонів МА-3К. Електромагнітний диференціальний заводський капсуль являє собою симетричну електромагнітну систему з діафрагмою, відкритою з обох сторін. Якщо звукові тиски з обох сторін мембрани не рівні між собою, то мембрана починає здійснювати вимушені коливання в такт зі зміною звукового тиску. У зв'язку з тим, що геометричні розміри капсуля малі, звукові тиски з обох сторін мембрани помітно відрізняються один від одного тільки при близькому і несиметричному розташуванні джерела звуку відносно мембрани. Звукові коливання від віддалених джерел звуку на мембрану практично не діють. Тому, при близькому і несиметричному розміщенні капсуля відносно джерела звуку, він забезпечить високий рівень корисного вихідного сигналу при одночасному значному послабленні шумів оточення, які є в місці передачі.



## Характеристики мікрофонів

Мікрофони будь-якого типу оцінюються за такими характеристиками:

1. чутливість
2. амплітудно-частотна характеристика
3. акустична характеристика мікрофона
4. характеристика направленості
5. рівень власних шумів мікрофона
6. внутрішній опір

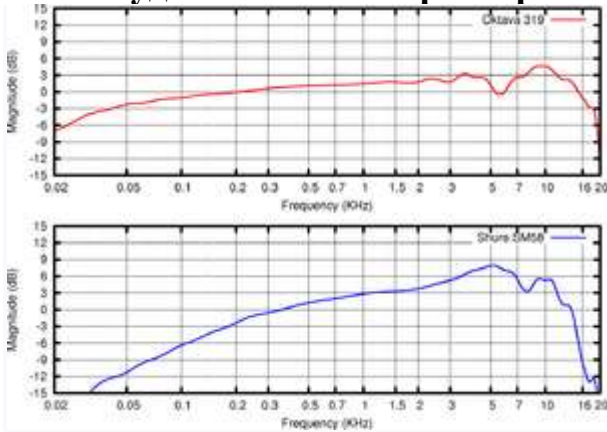
### **Чутливість**

Чутливість мікрофона визначається відношенням напруги на виході мікрофона до звукового тиску  $P_0$  у вільному звуковому полі, тобто при відсутності сигналу. При розповсюдженні синусоїдальної звукової хвилі в напрямку акустичної осі мікрофона,

цей напрямок називається осьовою чутливістю:  $(\text{мВ/н/м}^2)$

Акустична вісь збігається з віссю симетрії мікрофона. Якщо конструкція мікрофона не має осі симетрії, то напрямку акустичної осі вказується в технічних умовах. Чутливість сучасних мікрофонів становить від 1-2 (динамічні мікрофони) до 10-15 (конденсаторні мікрофони) мВ/Па.

## Амплітудно-частотна характеристика



### АЧХ мікрофонів Oktava 319 та Shure SM58

Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), або просто частотна характеристика — це залежність осьової чутливості від частоти звукових коливань. Ця характеристика пов'язана із залежністю чутливості мікрофона від частоти звукових коливань. Нерівномірність амплітудно-частотної характеристики вимірюють у децибелах як відношення чутливості мікрофона на певній частоті до чутливості на середній частоті, наприклад 1000 Гц.

### Акустична характеристика

Вплив звукового поля на мікрофон оцінюється акустичною характеристикою, яка визначається відношенням сили, що діє на діафрагму мікрофона і звуковим тиском у вільному звуковому полі:  $A = F/P$ , а через те, що чутливість мікрофона  $M = U/P$  можна представити як  $U/P = U/F \cdot F/P$  і виразити через  $A$ . Тоді отримаємо:  $M = A \cdot U/F$ . Відношення напруги на виході мікрофона до сили, що діє на діафрагму  $U/F$ , характеризує мікрофон, як електромеханічний перетворювач. Акустична характеристика визначає характеристику направленості мікрофона. По виду акустичної характеристики, а отже і характеристики направленості відрізняють три типи мікрофонів, як приймачів звуку: **приймачі тиску; градієнту тиску; комбіновані.**

### Ненаправлені мікрофони

В мікрофонах — приймачах тиску сила, що діє на діафрагму, визначається звуковим тиском біля поверхні діафрагми. Звукове поле може діяти тільки на одну сторону діафрагми. Друга сторона конструктивно захищена. Якщо розміри мікрофона малі порівняно з довжиною звукової хвилі, то мікрофон не змінює звукового поля. А якщо більше, тоді за рахунок дифракції звукових хвиль, тиск змінюється. На низьких частотах від 1000 Гц і нижче такі мікрофони не мають направленої дії.

Ненаправлені мікрофони зручні, наприклад, для запису розмови людей, що сидять за круглим столом.

### Мікрофони двостороннього направлення

В мікрофонах — приймачах градієнта тиску сила, що діє на рухому систему мікрофона, визначається різницею звукових тисків на двох сторонах діафрагми. Тобто звукове поле діє на дві сторони діафрагми. Характеристика направленості має вигляд вісімки.



Двосторонні мікрофони зручні, наприклад, для запису розмови двох співбесідників, що сидять один на проти одного.

### **Мікрофони одностороннього напрямлення**

Одностороння направленість досягається у мікрофонах комбінованого типу. Їх діаграми направленості близькі по формі до кардіоїди, тому нерідко їх називають **кардіоїдними**. Модифікації мікрофонів, що мають ще вужчу направленість, ніж кардіоїдні, називають суперкардіоїдними та гіперкардіоїдними, проте ці різновиди, на відміну від кардіоїдних мікрофонів, також чутливі до сигналів з протилежної сторони.

Ці мікрофони мають певні переваги в експлуатації: джерело звуку розташовується з однієї сторони мікрофона у межах достатньо широкого просторового кута, а звуки, що розповсюджуються за його межами мікрофон не сприймає.

### **Рівень шумів**

Рівень власних шумів мікрофона  $N_{ш}$  визначається відношенням ефективної напруги на виході мікрофона за відсутності звукового поля  $U_{ш}$  до напруги  $U_1$  при наявності звукового поля з ефективним тиском у  $0,1 \text{ н/м}^2$  :

$$N_{ш} = 20 \lg U_{ш}/U_1, \text{ дБ.}$$

Напруга  $U_{ш}$  обумовлена головним чином тепловими шумами в опорах електричної схеми мікрофона.

### **Внутрішній опір**

Внутрішній опір мікрофона визначає вимоги до вхідного опору пристрою (найчастіше — підсилювача), до якого підключено мікрофон.

### **Домашнє завдання:**

- Законспектувати матеріал уроку
- Переглянути відео за посиланням:
- <https://www.youtube.com/watch?v=xI8g4K8ZrWI>
- Для зворотнього зв'язку використовувати e-mail: 2573562@ukr.net