



**Универзитет у Београду**  
**Машински факултет**

**Предмет: ВОЗИЛА И ЖИВОТНА СРЕДИНА**  
**Тема: Основе буке и вибрација**



**Проф. Др Саша Митић**

## Уводни део

**Порастом броја становника, сталним миграцијама, урбанизацијом и пренасељеношћу урбаних средина, људи су константно изложени утицају буке и вибрација, што представља велики проблем савременог човека.**

**Индустријализација, развој производних и саобраћајних система, имају изузетно велики утицај на пораст буке и вибрација у радној и животној средини.**

**И поред чињенице да су сазнања о штетном утицају буке и вибрација на човека присутна дуги низ векова, тек након Другог светског рата овај проблем постаје актуелан за човечанство.**

## Уводни део

**Бука и вибрације се данас, по свим релевантним критеријумима, сврставају у физичке агенсе штетне по здравље, заједно са загађењем воде, ваздуха, хране и других основних елемената битних за здрав и нормалан живот и рад. Самим тим, утицај буке и вибрација на животну и радну средину представља светски проблем.**

**Проблем утицаја буке и вибрација на животну и радну средину постао је потпуно ново подручје мултидисциплинарних истраживања, које укључује тимско ангажовање стручњака разних области попут акустичара, физичара, машинских и грађевинских инжењера разних профила, али и лекара, социолога, психолога, економиста, специјалиста службе заштите на раду и других.**

## Уводни део

**Саобраћај представља доминантни извор буке у градској средини, укључујући све његове облике (друмски, железнички и ваздушни) и све облике превозних средстава (аутомобили, мотоцикли, камиони, аутобуси, возови, трамваји, авиони, хеликоптери...)**

**Поред буке коју превозна средства стварају у окружењу, за превозна средства је карактеристична и унутрашња бука, којој су изложени возачи и путници.**

## Уводни део

### **Ниво буке у унутрашњости превозних средстава**

<b>Превозно средство</b>	<b>Ниво буке [dB(A)]</b>
<b><u>Аутомобил при брзини од 90 km/h</u></b>	<b>69 – 78</b>
<b><u>Воз</u></b>	<b>63 – 67</b>
<b><u>Трамвај</u></b>	<b>69 – 73</b>
<b><u>Подземна железница</u></b>	<b>74 – 79</b>
<b><u>Авион на дужим релацијама</u></b>	<b>70 – 80</b>
<b><u>Авион на краћим релацијама</u></b>	<b>75 – 85</b>
<b><u>Хеликоптер</u></b>	<b>85 – 95</b>

## Уводни део

**Ниво буке на растојању 10 m од превозног средства**

<b>Превозно средство</b>	<b>Ниво буке [dB(A)]</b>
--------------------------	--------------------------

<b><u>Аутомобил при брзини од 90 km/h</u></b>	<b>72 – 75</b>
---	----------------

<b><u>Аутобус</u></b>	<b>82 – 87</b>
-----------------------	----------------

<b><u>Теретни воз</u></b>	<b>85 – 88</b>
---------------------------	----------------

<b><u>Подземна железница</u></b>	<b>98 – 103</b>
----------------------------------	-----------------

<b><u>Камион</u></b>	<b>82 – 89</b>
----------------------	----------------

<b><u>Камион (празан ход)</u></b>	<b>70 – 75</b>
-----------------------------------	----------------

## Уводни део

**У највећим градовима развијених земаља, еквивалентни ниво буке у стамбеним деловима града достиже 66–72 dB(A) а на појединим деловима магистралних путева и 78–85 dB(A).**

**Такође, унутрашња бука станова у најпрометнијим деловима великих градова достиже ниво од 55–63 dB(A) па чак и више, што изазива „акустичку неудобност” становништва која се манифестује погоршањем здравља и смањењем радне способности становника градова и насељених места.**

## Вибрације

**Вибрације су резултат динамичких сила у машинама које имају покретне делове, као и у деловима структура које су у директној вези са тим машинама. Вибрације обично настају као динамички ефекти постојећих толеранција приликом производње, зазора, котрљајних и клизних контаката између елемената машина, као и због постојања неуравнотежености код машина са обртним кретањем.**

**Вибрације могу бити и корисне. Постоји доста машина и уређаја који своју основну функцију заснивају управо на вибрацијама, као на пример сита, покретне траке за транспорт ситних комада, бетонски компактори, ултразвучне каде за чишћење, разбијачи камена, маљеви, набијачи, итд.**



## Вибрације

### **Појмови „вибрација“ и „осцилација“**

**Вибрација је осцилаторно кретање механичког система, код кога су померања тачака система мала у поређењу са димензијама система, а период осциловања знатно мањи од времена у коме се кретање посматра. Каже се да тело вибрира када изводи осцилаторно кретање око свог равнотежног положаја.**

**Под појмом осцилација подразумева се било који периодичан динамички процес, односно периодична промена неког параметра система или величине у току времена.**

## **Вибрације**

***У смислу поменутих дефиниција, може се говорити о осцилацијама цена, курса, водостаја река, атмосферског притиска, амплитуде, итд., док се вибрације директно повезују са механичким системима и њиховим осцилаторним кретањем.***

## Осцилације и осцилаторни системи

**На основу обухватања елемената случајности и према периодичности, осцилације се могу поделити на:**

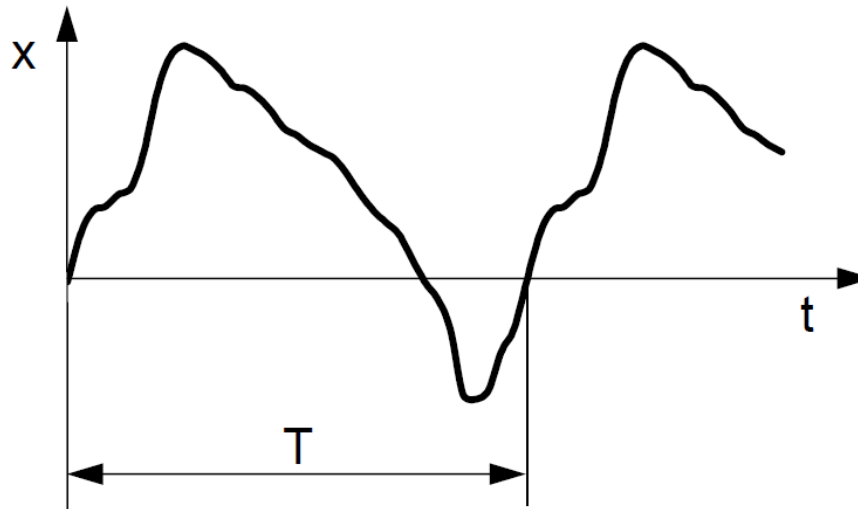
- **периодичне (детерминистичке);**
- **сложене (случајне, стохастичке).**

**Периодично осциловање је свако кретање које се понавља у одређеним временским интервалима.**

**Сложено осциловање је такво осциловање које се не може представити аналитичким изразом, тј. не подлеже никаквој законитости.**

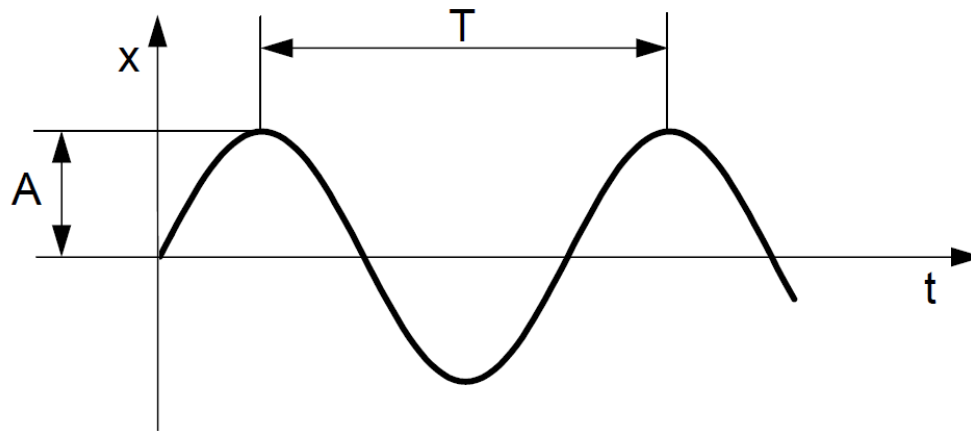
## Осцилације и осцилаторни системи

**Време протекло између два узастопна пролаза тачке, тела или система кроз исти положај и у истом смеру назива се период осциловања и означава се са  $T$ .**



## Осцилације и осцилаторни системи

**Посебна класа периодичних кретања су хармонијска кретања. Хармонијско осциловање је свако кретање које се може представити синусним функцијама.**



## Осцилације и осцилаторни системи

**Према узрочнику, осцилације се могу поделити на:**

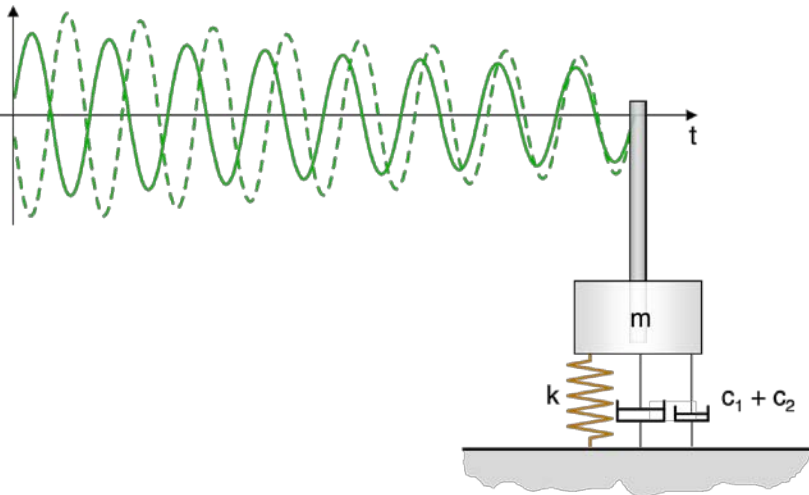
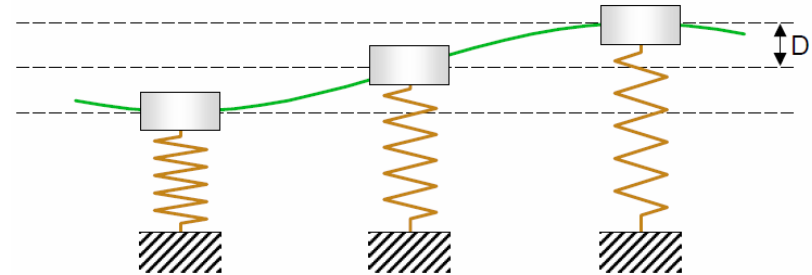
- **слободне;**
- **принудне.**

**Слободне осцилације настају услед еластичних сила тела. Након почетне побуде, енергија се не доводи систему. Непригушени систем (систем на који не делују силе отпора) ће наставити да осцилује сопственом фреквенцијом заувек.**

**Принудне осцилације настају као последица поремећајних сила. За разлику од слободних осцилација, енергија се константно доводи систему па принудне осцилације не ишчежавају - трајне су.**

## Осцилације и осцилаторни системи

**Слободни непригушени систем (систем на који не делују силе отпора) ће наставити да осцилује сопственом фреквенцијом заувек.**



**Уколико је систем пригушен он ће осциловати док расипање енергије не доведе до његовог заустављања.**

**Стога разликујемо слободне непригушене и слободне пригушене осцилације.**

## Осцилације и осцилаторни системи

**Слична прича је и код пригушених система.**

**Кретање пригушеног система на који делују принудне осцилације ће се после извесног времена усталити, и то онда када дође до изједначавања енергије која се доводи систему и енергије која се расипа. Принудне осцилације зависе од карактера поремећајних сила и од динамичких својстава система.**

**Разликујемо, дакле, принудне непригушене и принудне пригушене осцилације.**



## Осцилације и осцилаторни системи

**Према типу диференцијалних једначина које описују њихово кретање, осцилаторни системи се могу поделити на:**

- **линеарне;**
- **нелинеарне.**

**Линеарни осцилаторни системи су такви системи чије је кретање описано системима линеарних диференцијалних једначина и проучавају се у линеарној теорији осцилација.**

**Нелинеарни осцилаторни системи се описују нелинеарним диференцијалним једначинама. Нелинеарни осцилаторни системи су сложенији од линеарних и њихово изучавање је знатно теже.**

## Осцилације и осцилаторни системи

**Према саставу осцилаторног система, односно броју степени слободе, осцилаторни системи се могу поделити на:**

- **системе са коначним бројем степени слободе;**
- **системе са бесконачним бројем степени слободе.**

**Системи са коначним бројем степени слободе су они системи чији се положај може одредити коначним бројем параметара (координата). Називају се и дискретни системи.**

**Системи са бесконачним бројем степени слободе су системи чији положај у току кретања није могуће одредити коначним бројем параметара. Називају се и континуални системи.**

## Осцилације и осцилаторни системи

**Према величини амплитуда, осцилаторна кретања се могу поделити на:**

- **осцилаторна кретања малих амплитуда;**
- **осцилаторна кретања великих амплитуда.**

**Осцилаторна кретања малих амплитуда (мале осцилације) описују се линеарним диференцијалним једначинама, за разлику од осцилација великих амплитуда за чије се описивање користе нелинеарне диференцијалне једначине.**

## Основни параметри механичких система

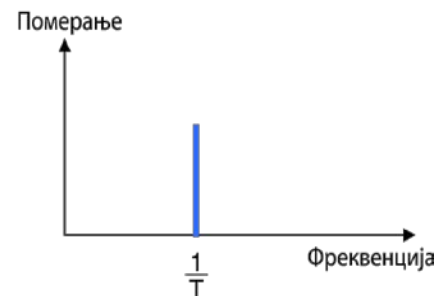
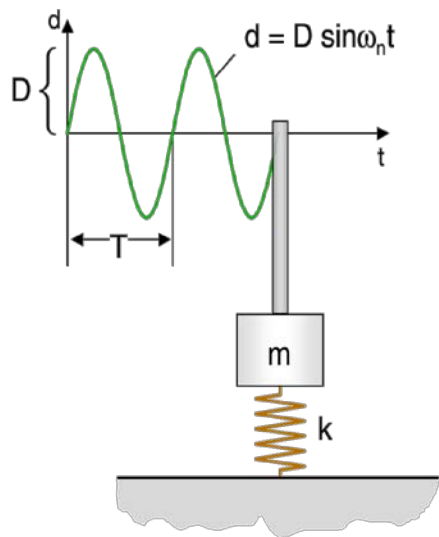
**Сваки механички систем карактеришу три основне физичке величине: крутост, пригушење и инерција.**

**При моделирању механичког система крутост се представља опругом константе крутости  $k$ , пригушење се приказује пригушником коефицијента пригушења  $c$ , а инерција се представља масом  $m$ .**

**Деловање константе силе  $F$  на опругу доводи до сабијања опруге за константну вредност  $d$ . Деловање константне силе  $F$  на клип пригушивача доводи до кретања клипа константном брзином  $v$ . Деловање константне силе  $F$  на масу  $m$  доводи до кретања масе константним убрзањем  $a$ . Одговарајуће силе се називају сила у опрузи, сила пригушења и сила инерције.**

## Основни параметри механичких система

**Најједноставнији облик осцилаторног кретања јесу слободне хармонијске осцилације без пригушења, представљене моделом тег и опруге.**

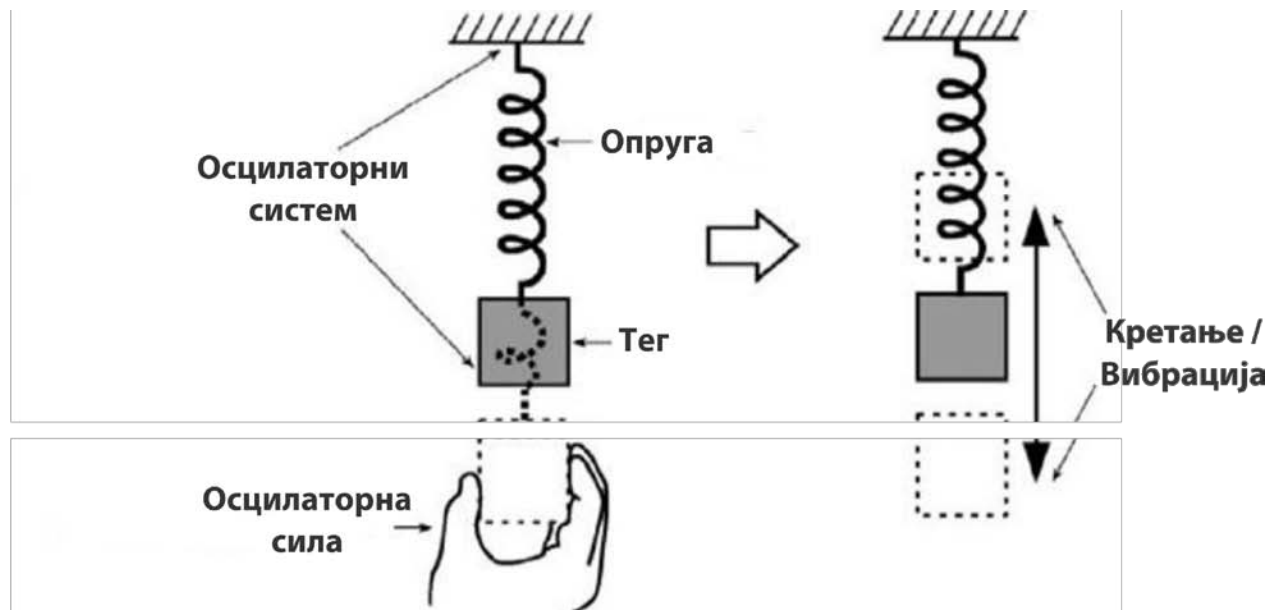


**Када се систем којег чине тег и опруга доведе у кретање задавањем неког почетног померања или брзине, он ће наставити кретање константном фреквенцијом и амплитудом теоретски до у бесконачност.**

**Систем је доведен у осциловање које има форму синусног таласа.**

## Основни параметри механичких система

**Трзање жице на гитари, као и ударац у звоно или музичку виљушку, представља осцилаторну силу која проузрокује да тај осцилаторни систем вибрира и производи звук.**

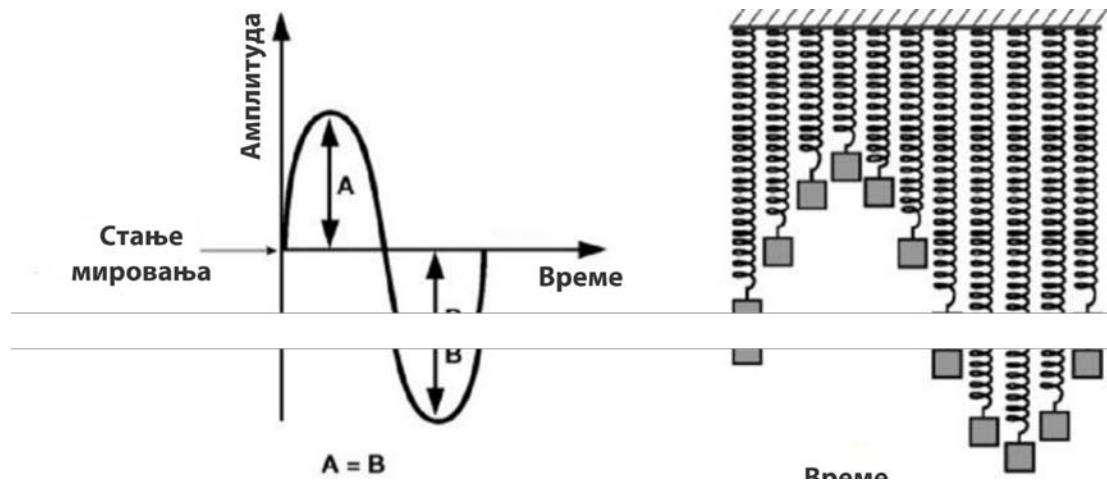


## Основни појмови

### Циклус

**Уколико се вибрација или кретање било ког осцилаторног система представи у временском домену, добићемо дијаграмски приказ. Линија на дијаграму представља поновљено кретање тега.**

**Исцртавање путање од полазне тачке кроз сваку екстремну вредност и назад до полазне тачке представља један циклус.**

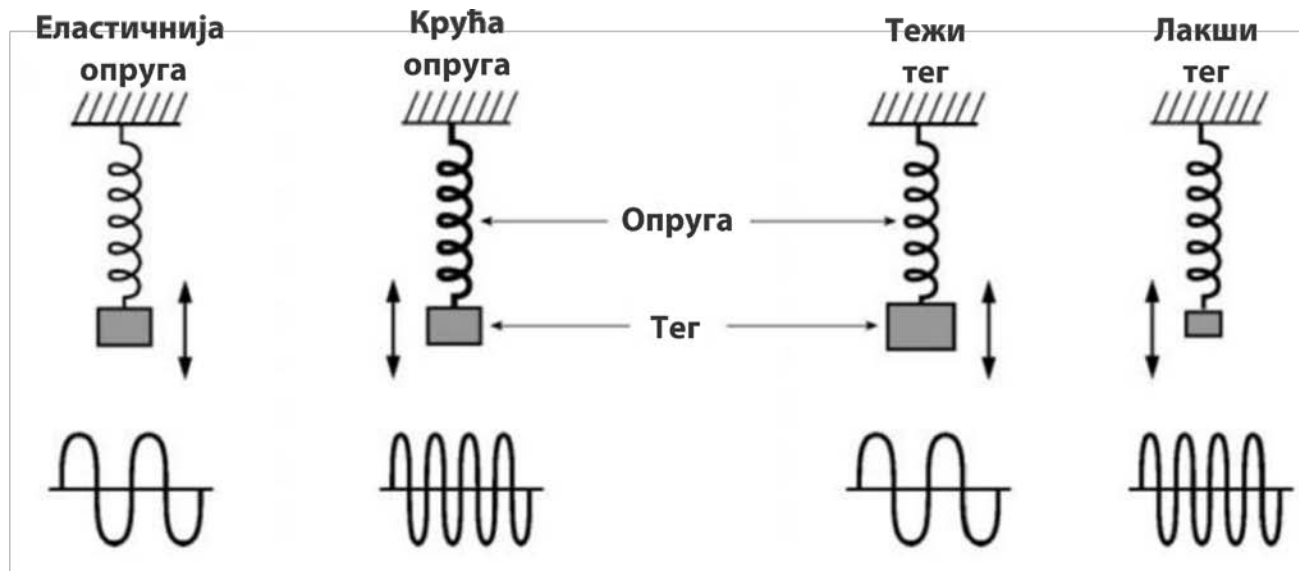


## Основни појмови

### Фреквенција

**Број циклуса у секунди представља фреквенцију вибрације. Јединица за фреквенцију је Херц (Hz).**

**Број циклуса у секунди или фреквенција може се променити променом осцилаторног система.**



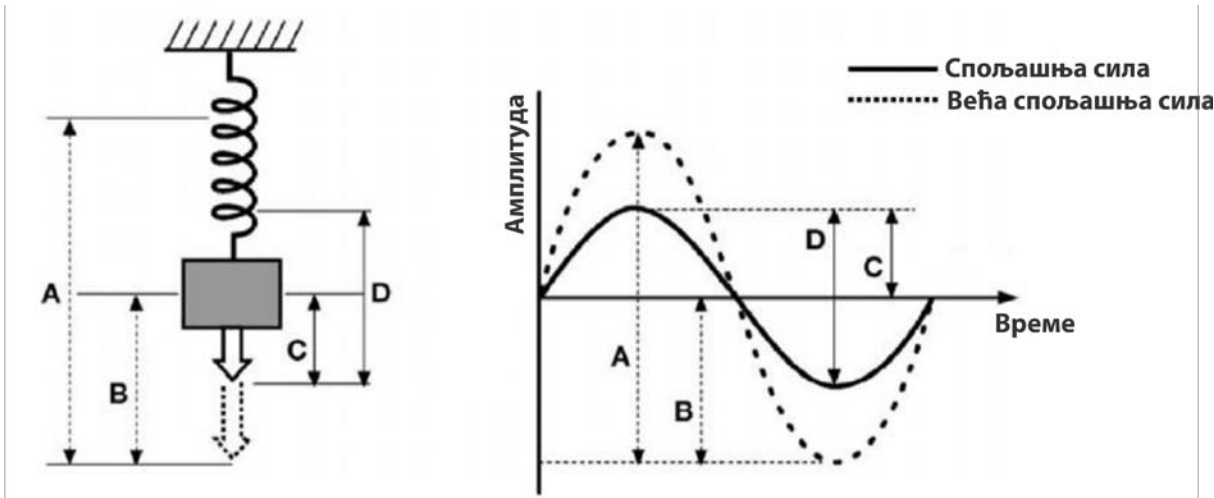


## Основни појмови

### Амплитуда

**Амплитуда представља величину таласа осциловања и може се мерити на два начина:**

- **Као укупна амплитуда од врха до врха таласа (вредности A и D на слици);**
- **Као половина амплитуде од врха до нулте тачке таласа (вредности B и C на слици).**



## Основни појмови

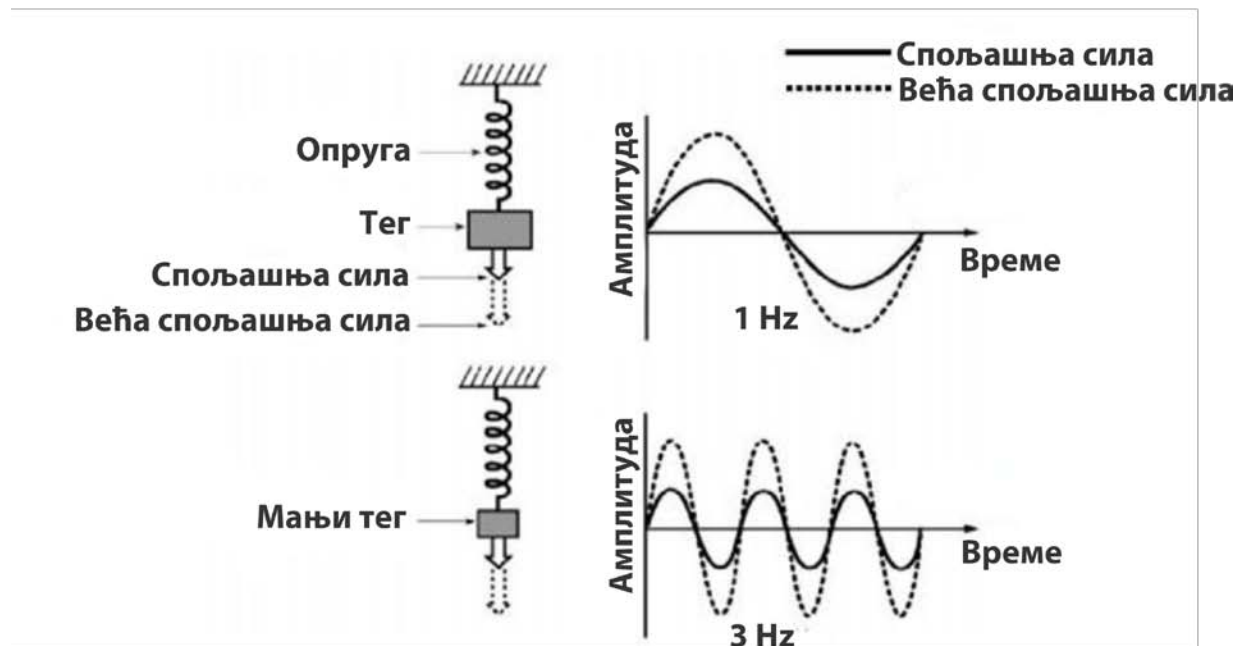
### Сопствена фреквенција

**Осцилације које се одвијају искључиво под деловањем реституционе силе (силе која тежи да врати тело у равнотежни положај), називају се слободне осцилације. Ова врста осцилација одвија се неком одређеном фреквенцијом, која се назива сопствена фреквенција осциловања.**

**Сви осцилаторни системи имају специфичну фреквенцију осциловања која је јединствена за дати систем по конструкцији и дизајну. Уколико се било која карактеристика осцилаторног система мења (крутост опруге, маса тега, облик) мења се и његова сопствена фреквенција.**

## Основни појмови

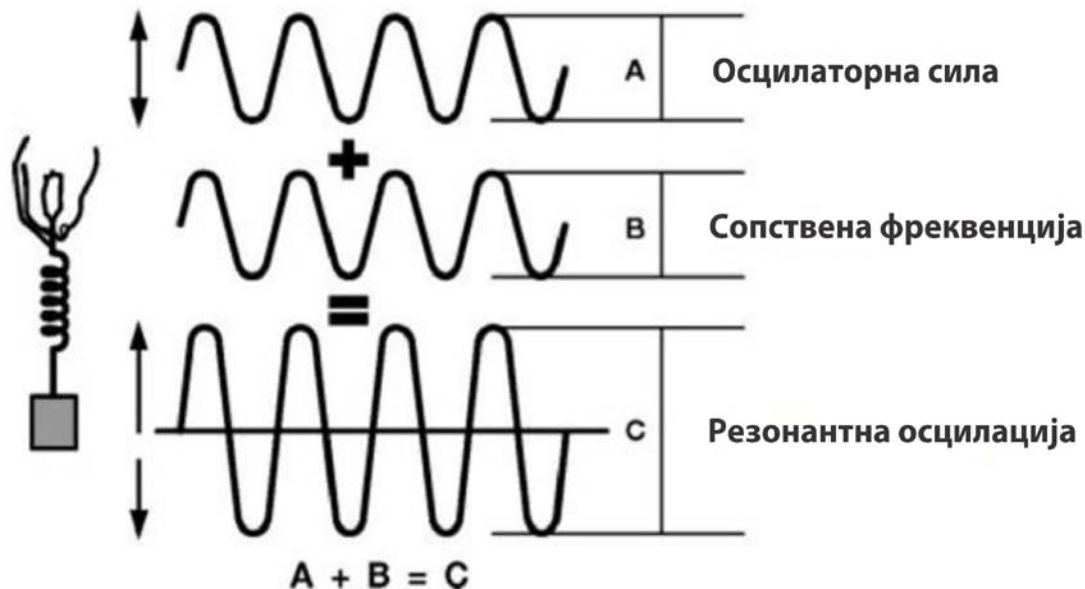
**Међутим, уколико је спољашња сила примењена на осцилаторни систем промењена, онда се мења амплитуда, али сопствена фреквенција остаје иста.**



## ОСНОВНИ ПОЈМОВИ

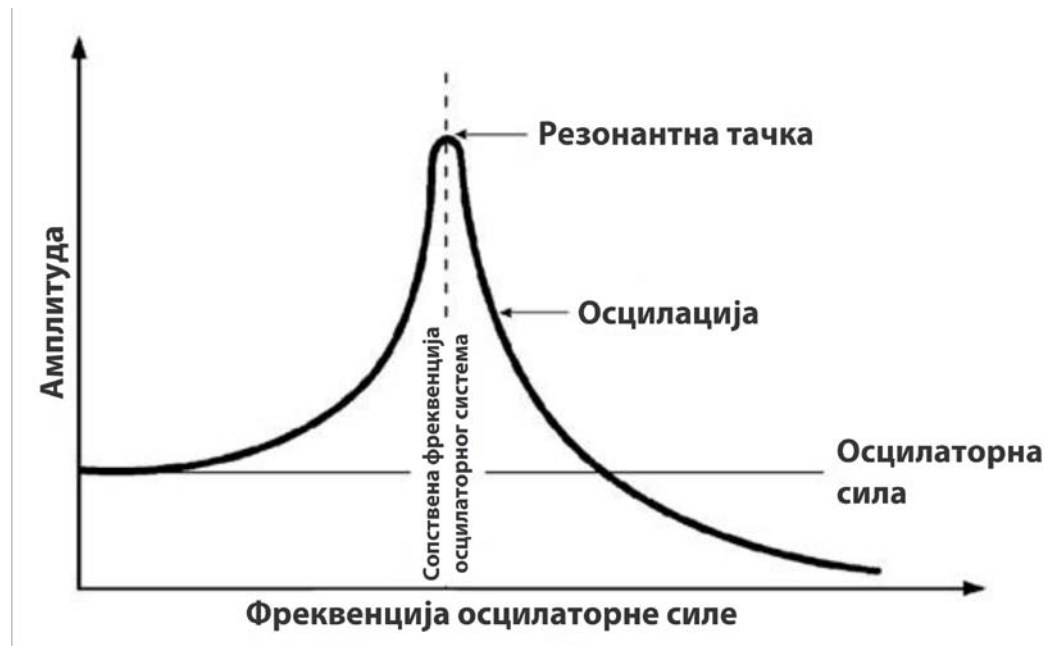
### Резонанца

**Резонанца се појављује када се осцилаторна сила (спољашња сила) у осцилаторном систему креће истом фреквенцијом као сопствена фреквенција датог система.**



## ОСНОВНИ ПОЈМОВИ

**Фреквенција при којој долази до резонанце назива се резонантна тачка. Амплитуда осцилаторног система драматично се повећава када се достигне резонантна тачка.**



## ОСНОВНИ ПОЈМОВИ



## Дефиниције звука и буке

**Звук је физичка појава која настаје услед временски променљивих механичких поремећаја стационарног стања еластичне средине.**

**Бука је, према најчешће коришћеној дефиницији, сваки нежељени звук. Бука има исте физичке карактеристике као и звук, али се разликује од звука по томе што изазива и различите психофизиолошке сензације (смета, узнемирава и угрожава) и штетна дејства на здравље човека.**

**Различите особе имају различит став према жељеном и нежељеном звуку, тако да неки звук може бити бука за неку особу, а веома пријатан доживљај за друге.**

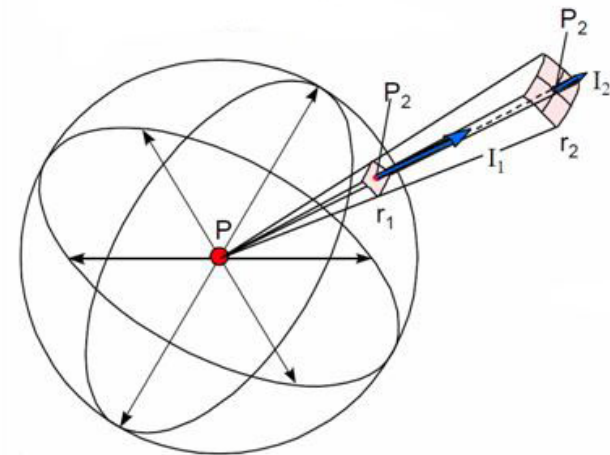
**Из наведеног следи да је бука само субјективна категорија, док је звук физичка категорија.**

## Основни параметри звука

**Звучна снага ' $P$ ' је основна мера тога колико акустичне енергије извор може произвести и не зависи од окружења.**

**Када извор звука произведе звук одређене звучне снаге, звучна енергија се преноси од извора на суседне молекуле ваздуха који испуњава простор. Енергија се преноси на спољне молекуле ширећи се од извора звука попут таласања површине воде.**

**Количина звучне енергије која пролази одређеним правцем кроз одређену површину назива се интензитет звука ' $I$ '. Енергија која пролази кроз одређену тачку простора узрокује пораст притиска ' $p$ ', у тој тачки.**





## Основни параметри звука

**Интензитет звука и звучни притисак су акустичке величине које се могу директно измерити коришћењем одговарајућих инструмената. Звучна снага се може израчунати из измерених вредности звучног притиска, интензитета звука и познате вредности површине на којој је вршено мерење.**

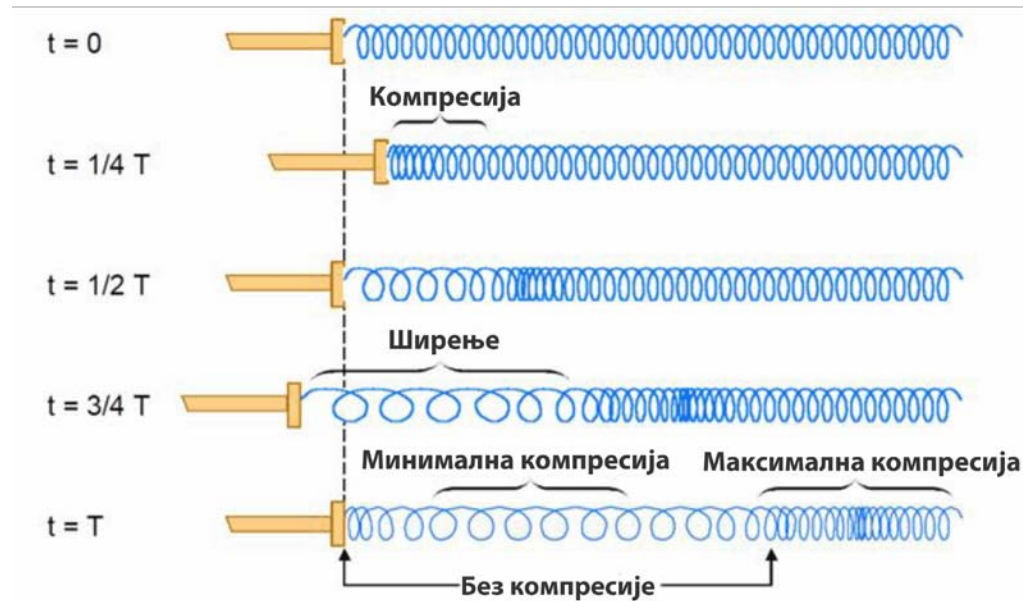
**Звучна снага као акустички параметар се користи у оцењивању нивоа буке различитих машина, уређаја и сл., и омогућава поређење различитих машина са аспекта емитоване буке.**

**Интензитет звука као акустички параметар се користи за лоцирање извора буке и одређивање нивоа буке.**

**Звучни притисак је најважнији параметар за оцењивање штетног деловања буке на човека.**

## Простирање звука

**Простирање звука кроз ваздух може се приказати на примеру опруге: ако опругу сабијемо, компресија се преноси дуж опруге. Слично се дешава са молекулама ваздуха које се сабијају и шире, тј. промена притиска молекула ваздуха у виду 'компресија' и 'ширења' путује кроз ваздух.**



## **Ниво звучног притиска**

**Најмања вредност звучног притиска коју људско уво може регистровати је  $20 \mu\text{Pa}$ , па се ова вредност притиска назива праг чујности.**

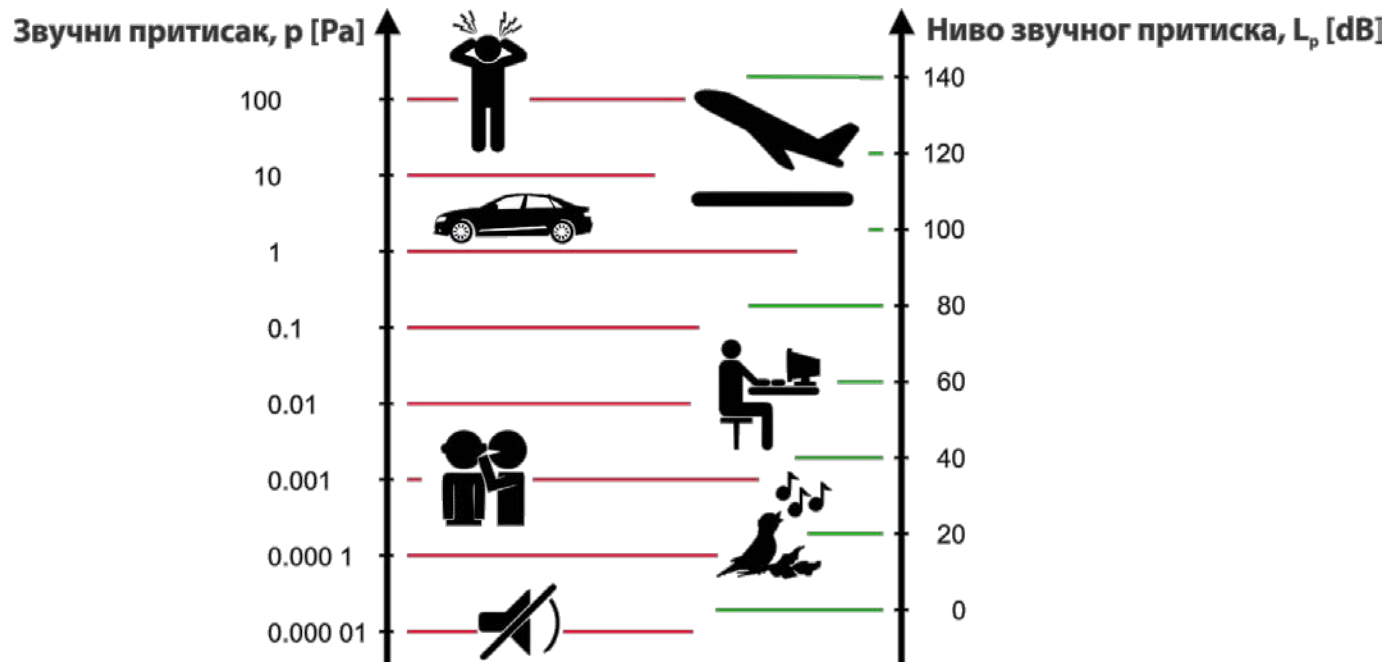
**Звучни притисак нивоа  $100 \text{ Pa}$  је толико гласан да изазива бол, па се ова вредност притиска назива граница бола.**

**Директна примена линеарне скале у Паскалима за исказивање вредности звучног притиска произвела би употребу енормно великих и незграпних бројева.**

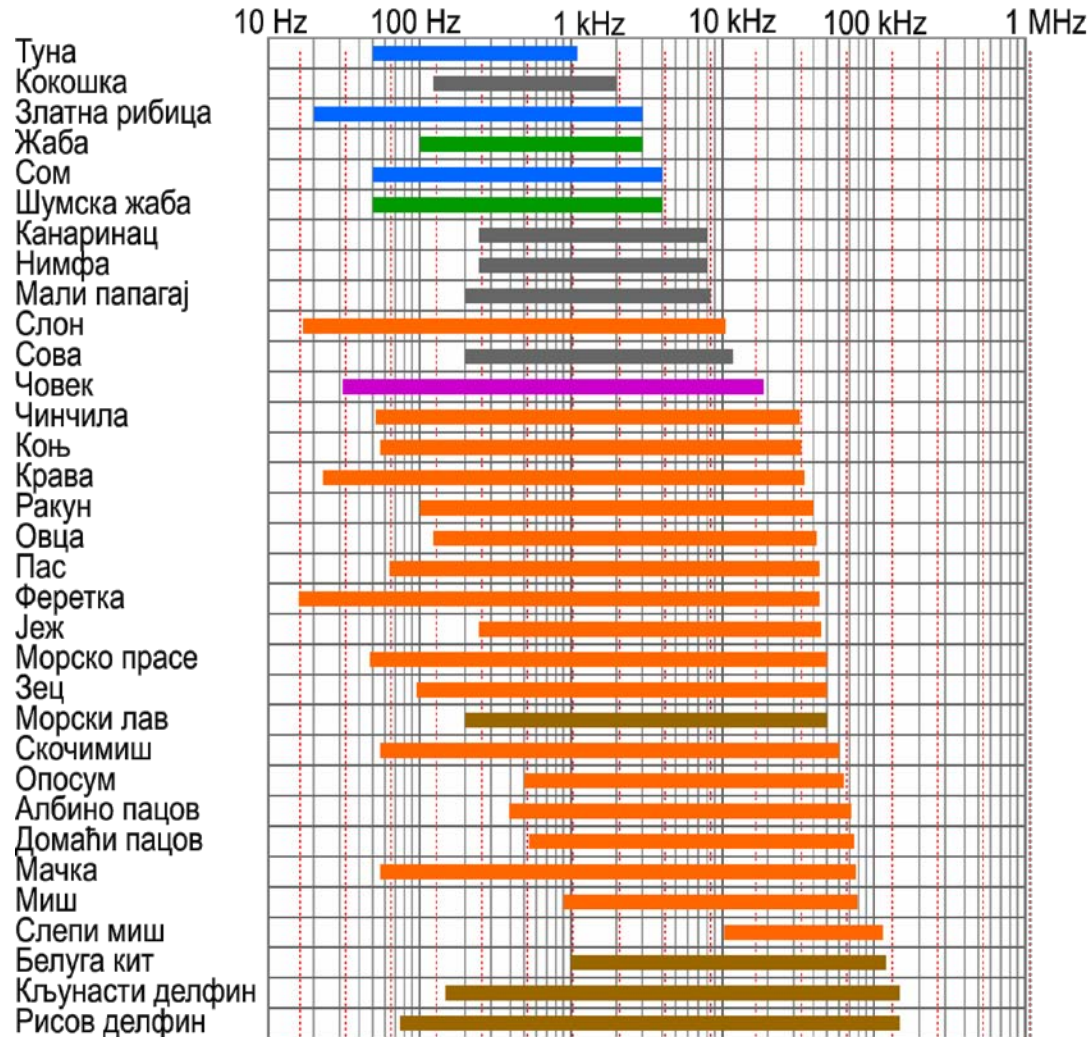
**Поред тога, људско уво на звучне надражаје не одговара линеарно већ логаритамски.**

## Ниво звучног притиска

**Знатно је практичније изразити акустичке параметре логаритамским односом измерене величине притиска  $p$  и референтне вредности притиска  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ . Јединица за овај логаритамски однос величина притиска је децибел [dB].**

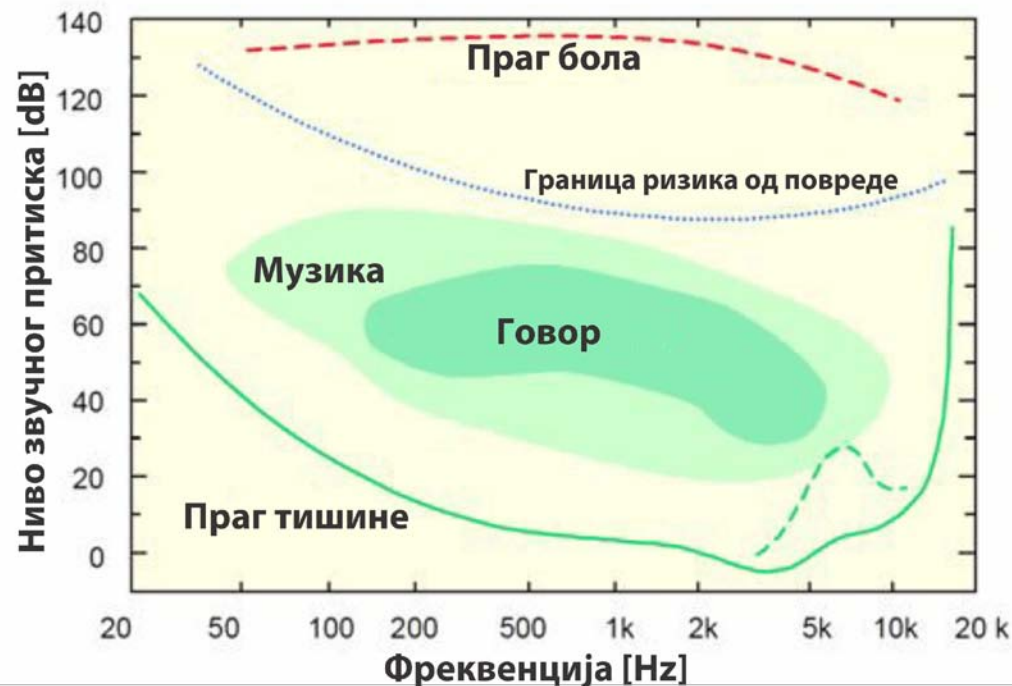


## Фреквентни и чујни опсег звука

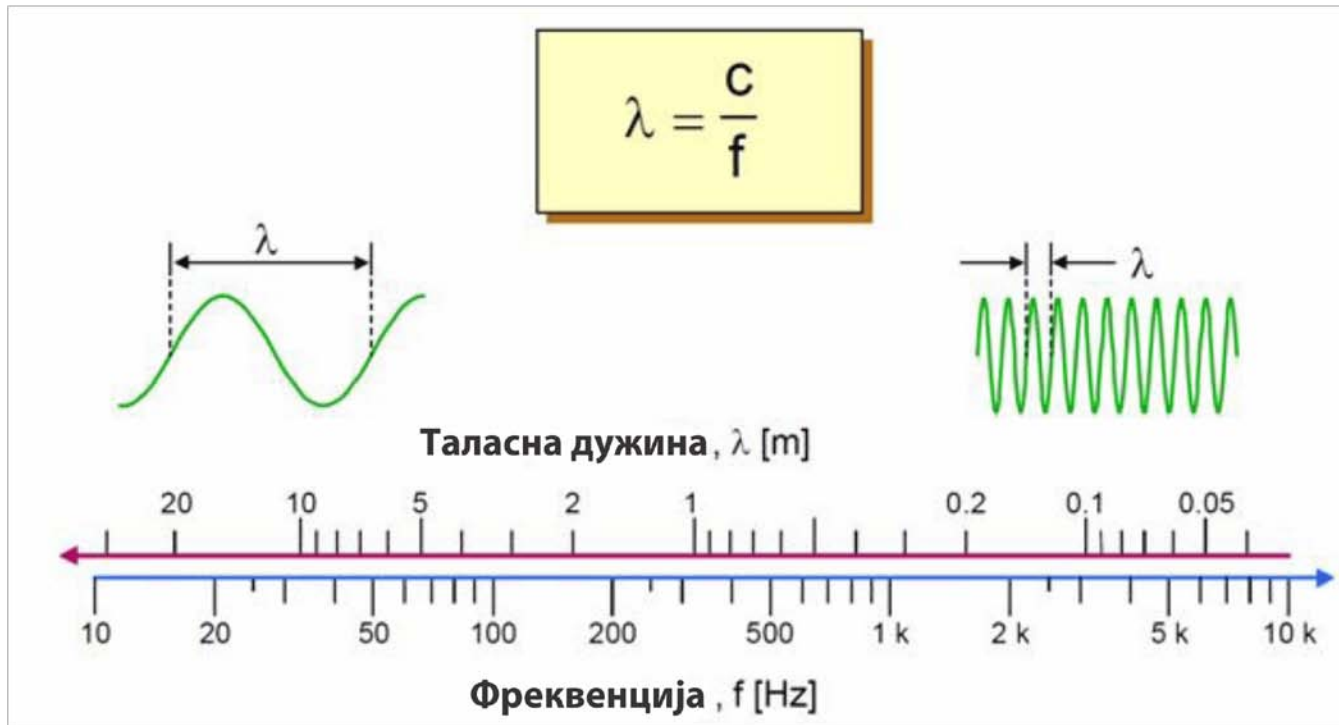


## Фреквентни и чујни опсег звука

**Чујни опсег звука за људе, са крајњим границама које се односе на младе људе, креће се између 20 Hz и 20 kHz. Старењем људи губе способност пријема звука високих фреквенција.**

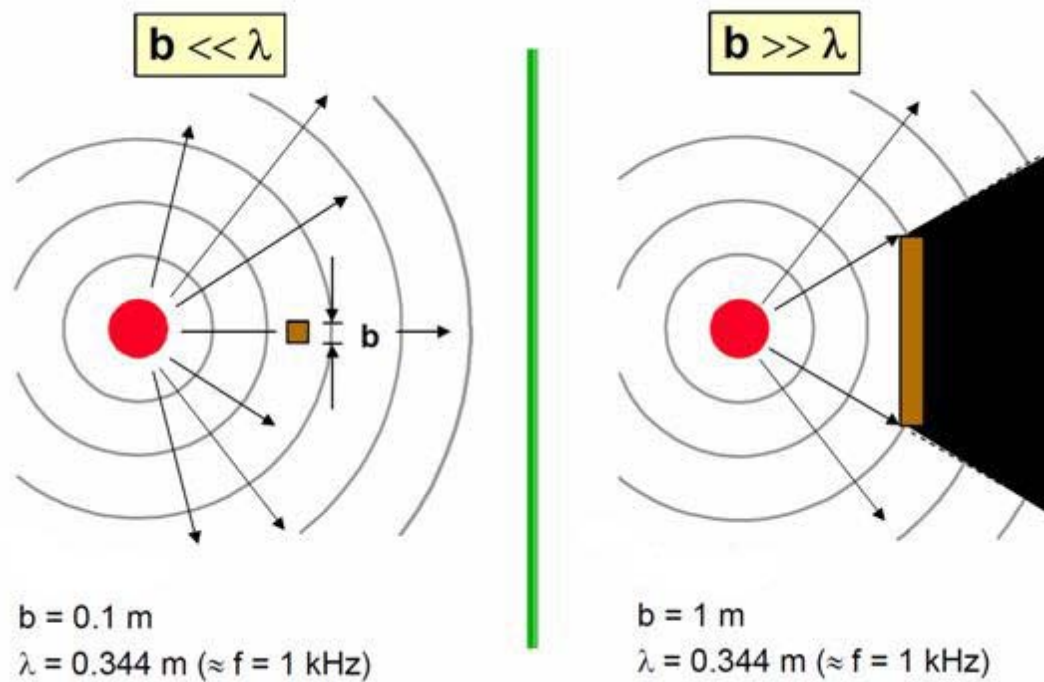


## Таласна дужина и фреквенција звука



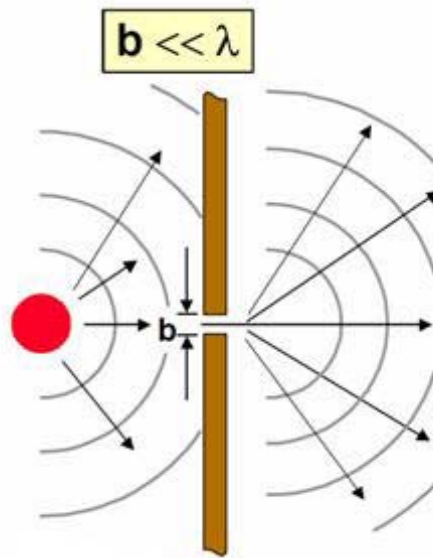


## Преламање звука

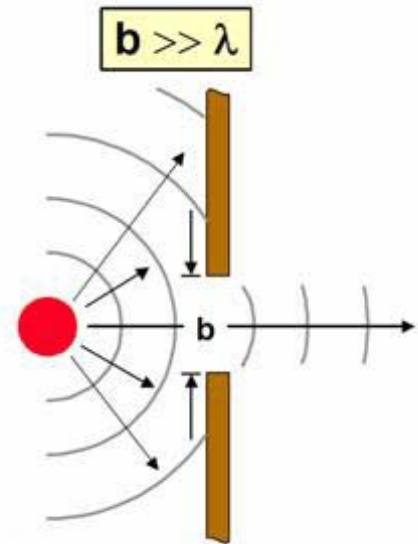




## Расипање звука

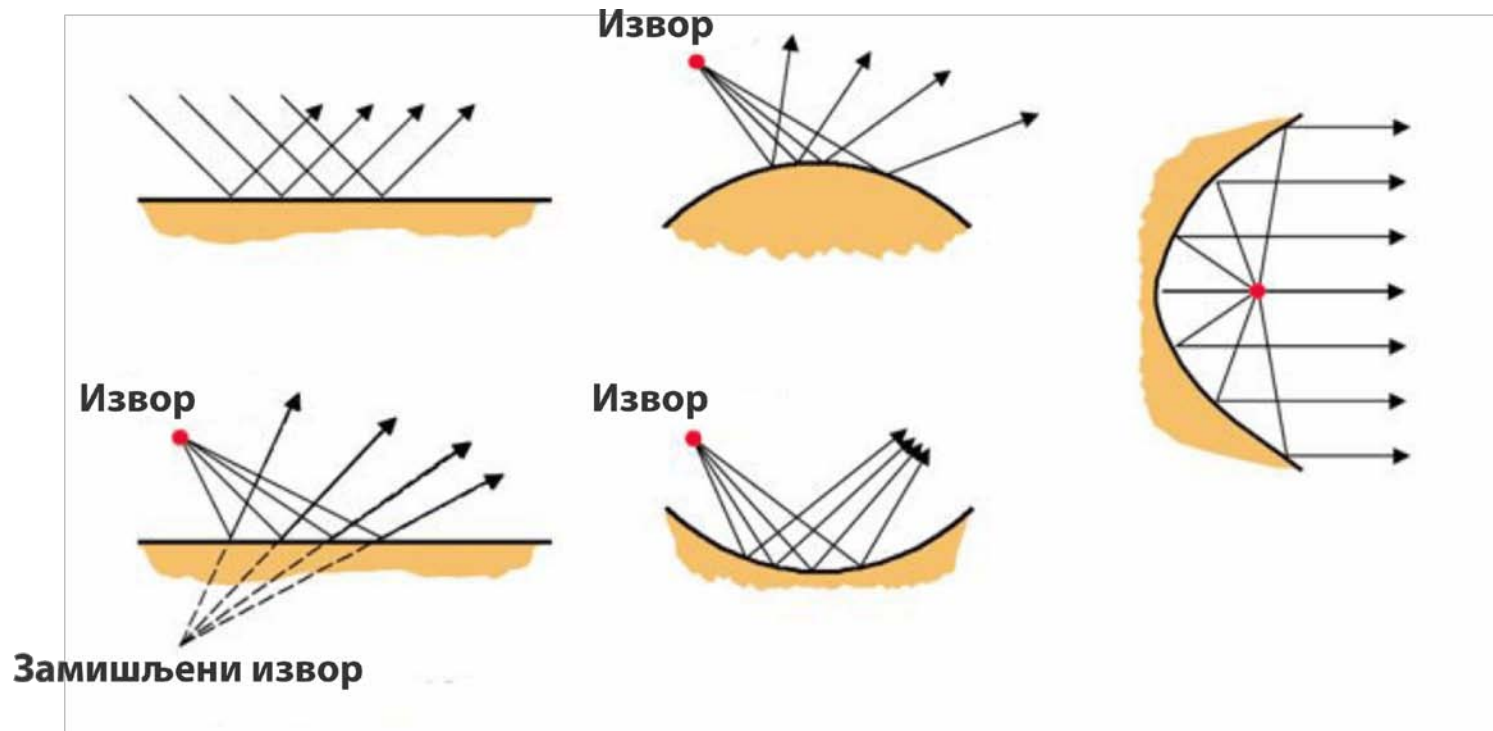


$b = 0.1 \text{ m}$   
 $\lambda = 0.344 \text{ m} (\approx f = 1 \text{ kHz})$



$b = 0.5 \text{ m}$   
 $\lambda = 0.344 \text{ m} (\approx f = 1 \text{ kHz})$

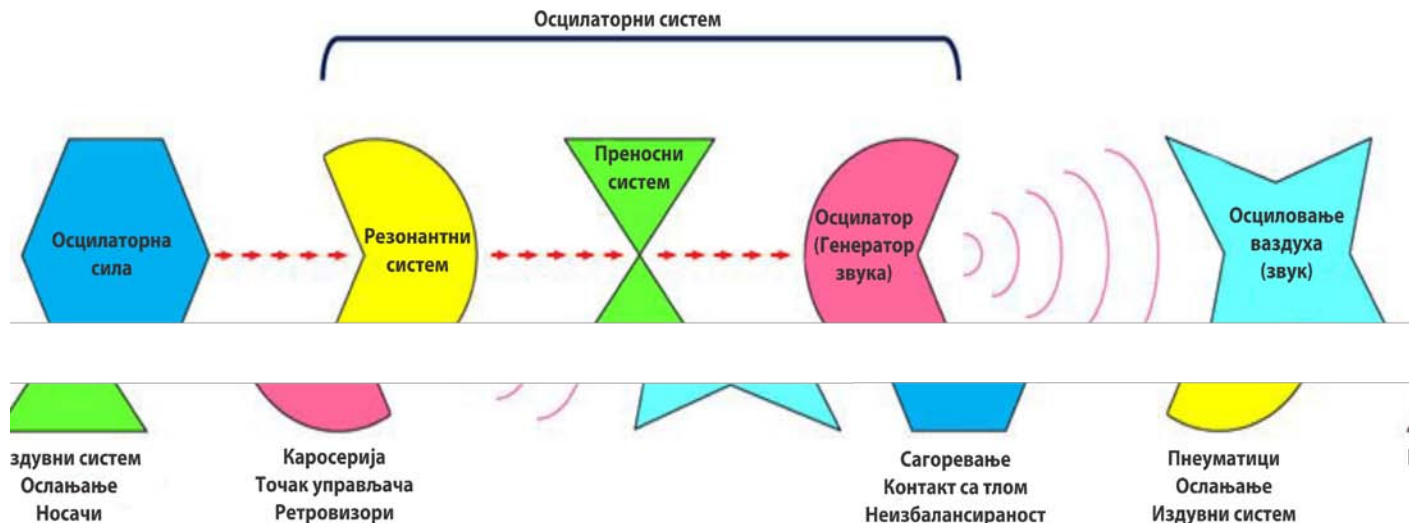
## Одбијање звука



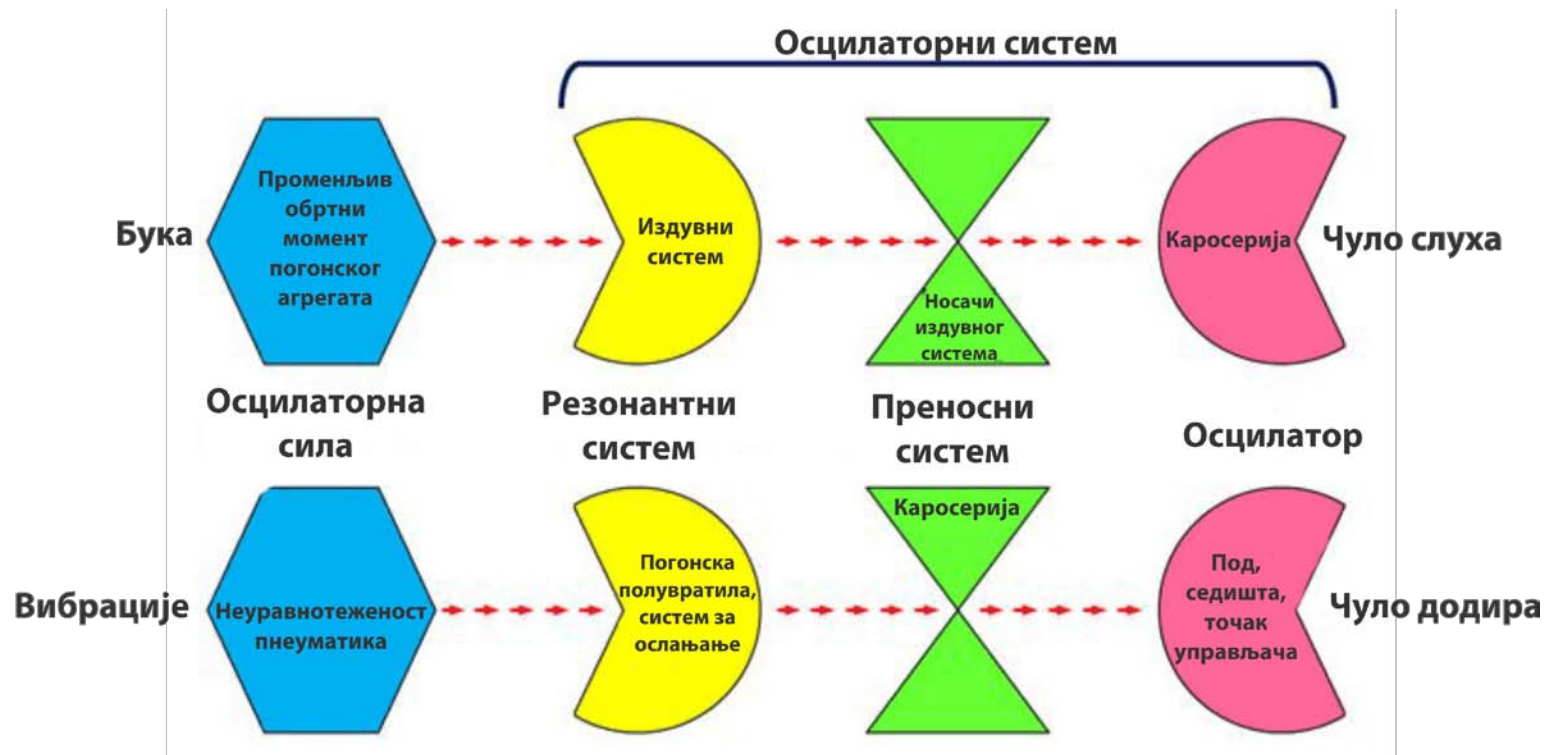
## Преношење вибрација и звука код моторних возила

**Вибрације и бука на возилима преносе се на истоветан начин. Елементи који морају да буду у систему преноса су:**

- **осцилаторна (поремећајна) сила;**
- **резонантни систем;**
- **систем за пренос (путања);**
- **осцилујући елементи;**
- **осциловање ваздуха (звук).**



## Преношење вибрација и звука код моторних возила

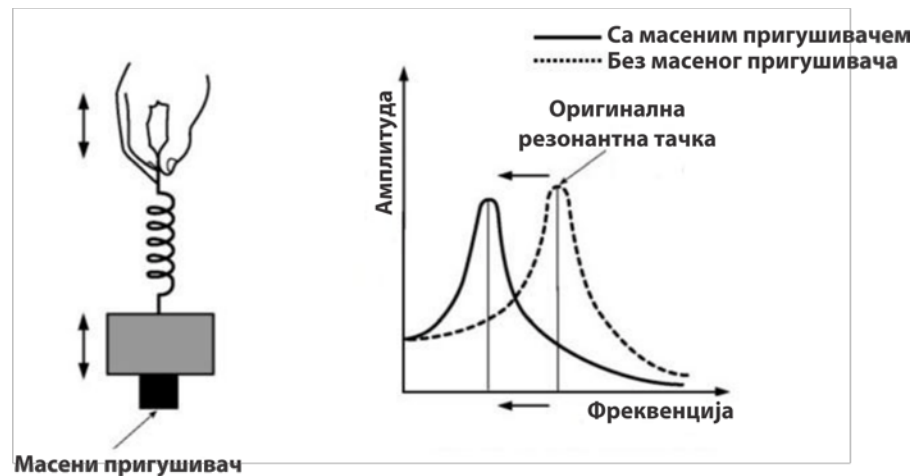


## Пригушење

**Осцилаторни систем се током процеса пројектовања може мењати коришћењем масених или динамичких пригушивача.**

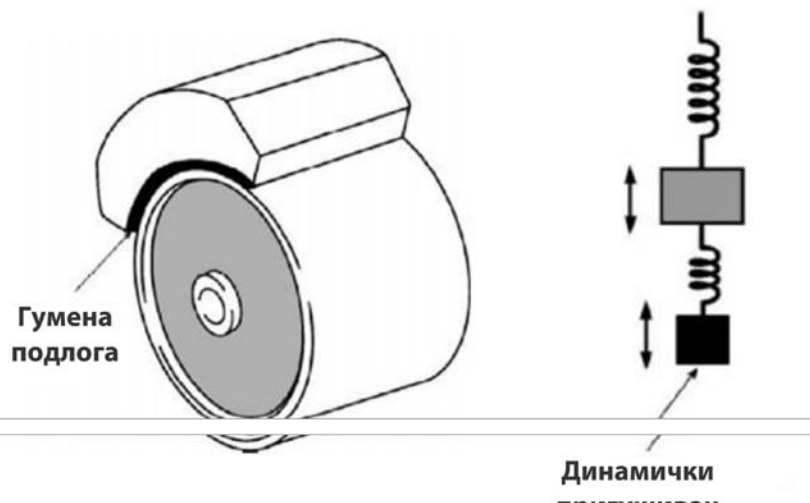
**Масени пригушивач је додатни тег који се поставља на резонантни систем, са циљем смањења његове сопствене фреквенције. Он чини две ствари:**

- **помера вибрације/буку ван нормалног опсега броја обртаја;**
- **смањује ниво вибрација или ниво звучног притиска.**



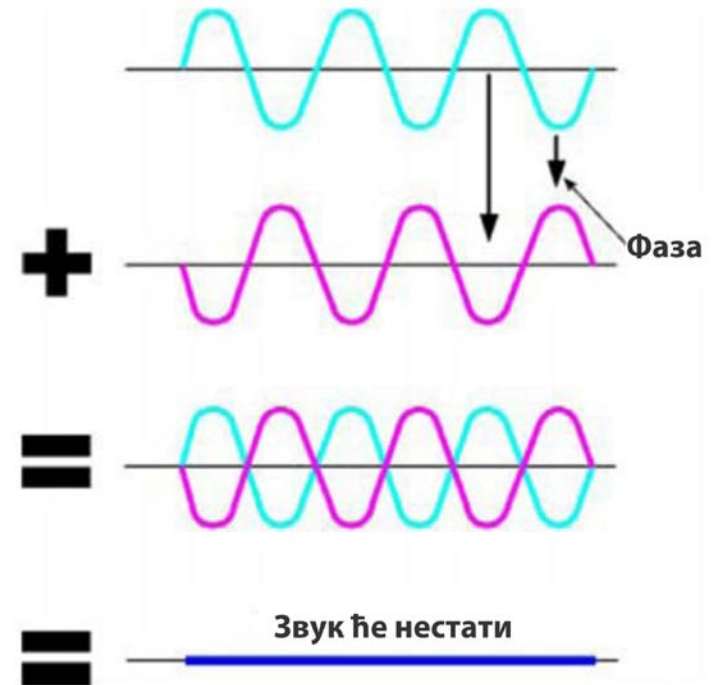
## Пригушење

**Динамички пригушивач састоји се од опруга (гума) и малог тега који је постављен на резонантни систем. Када се дода динамички пригушивач, велике вибрације које имају једну сопствену фреквенцију деле се на две вибрације које имају две мање сопствене фреквенције. Као резултат имамо смањење нивоа вибрација и звучног притиска.**



## Додатни феномени буке и вибрација

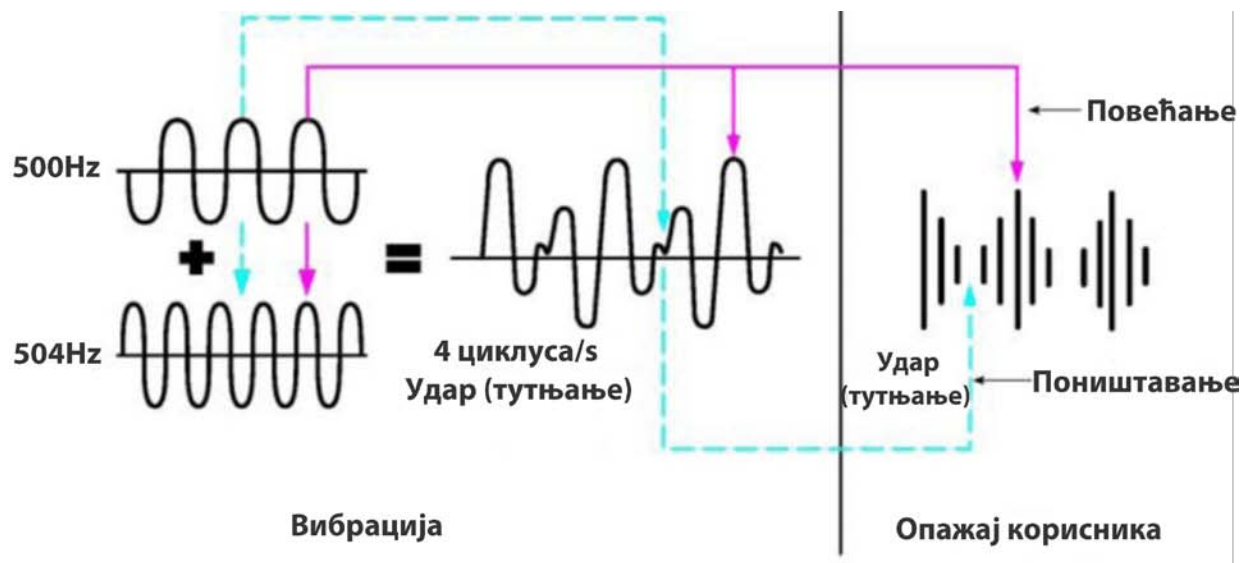
**Фаза је бочно померање таласа у односу на други талас. Како би фазни померај имао утицај на вибрације које се могу осетити у возилу, морају да постоје две вибрације са истом фреквенцијом.**



## Додатни феномени буке и вибрација

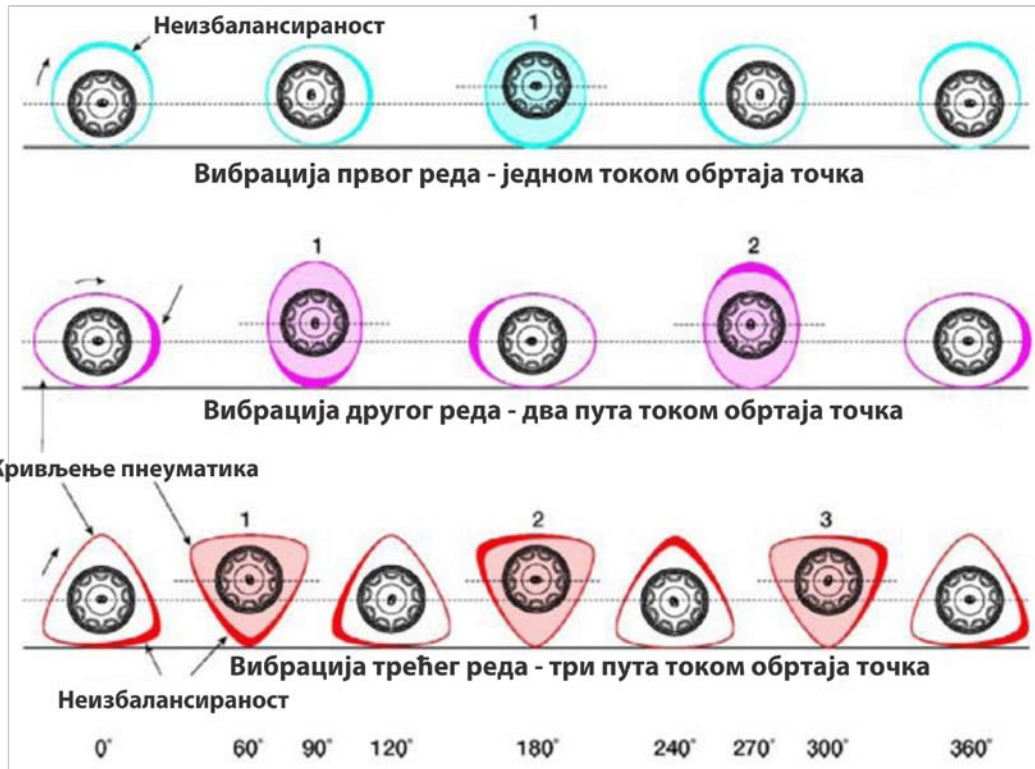
**Ударање или фазирање настаје када две сличне вибрације или звуци са незнатно измењеним фреквенцијама постоје у истом делу возила.**

**Промена у интензитету или амплитуди појављује се у поновљеним циклусима при константној брзини возила, као фаза таласа која се мења током времена.**





## Ред



**Једна осцилаторна сила може изазвати више од једне вибрације.**

**Пример: неизбалансиран пнеуматик може развити вишеструке вибрације које настају због деформисања пнеуматика током његовог ротирања.**

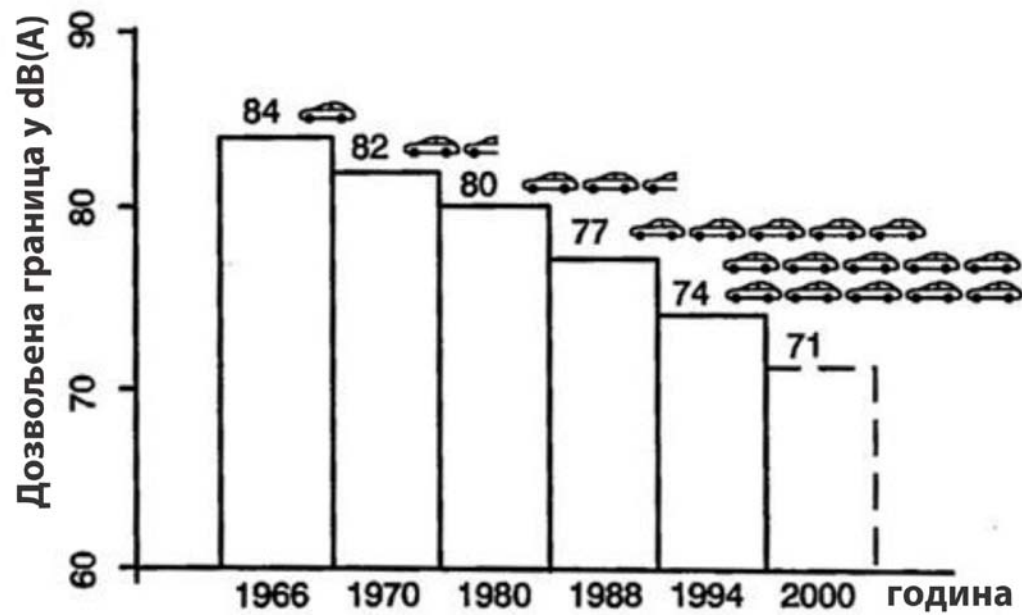
## Храпавост

**Храпавост је стање у коме корисник возила осећа сваки контакт пнеуматика са неравнинама на путу, као што су рупе, избочине, шине или лежећи полицајци.**

**Ниво удара који корисник возила осећа зависи од типа ослањања које је уграђено на возилу. Систем за ослањање код спортских аутомобила пројектован је за добру управљивост и да даје возачу добар „осећај на путу“.**

**Луксузна возила пројектована су да обезбеде најкомфорнију могућу вожњу, изолујући возача од непријатних чулних надражаја.**

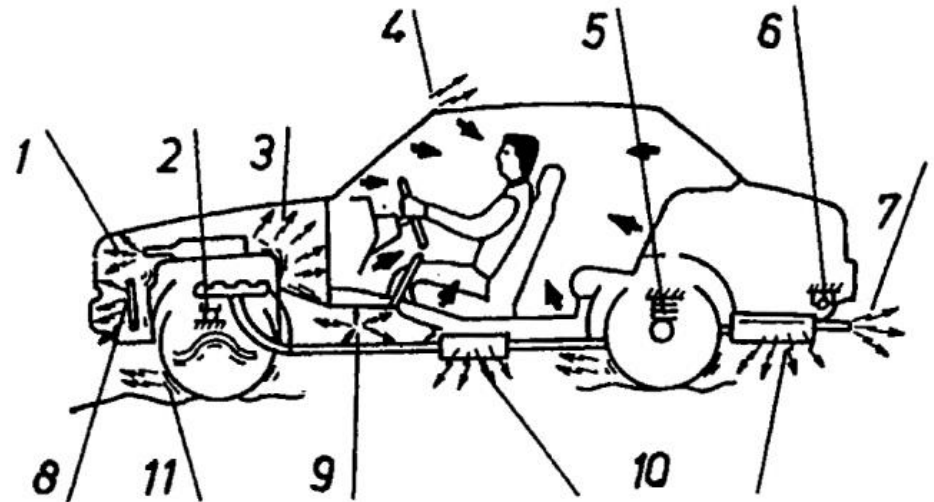
## Бука моторних возила



## Бука моторних возила

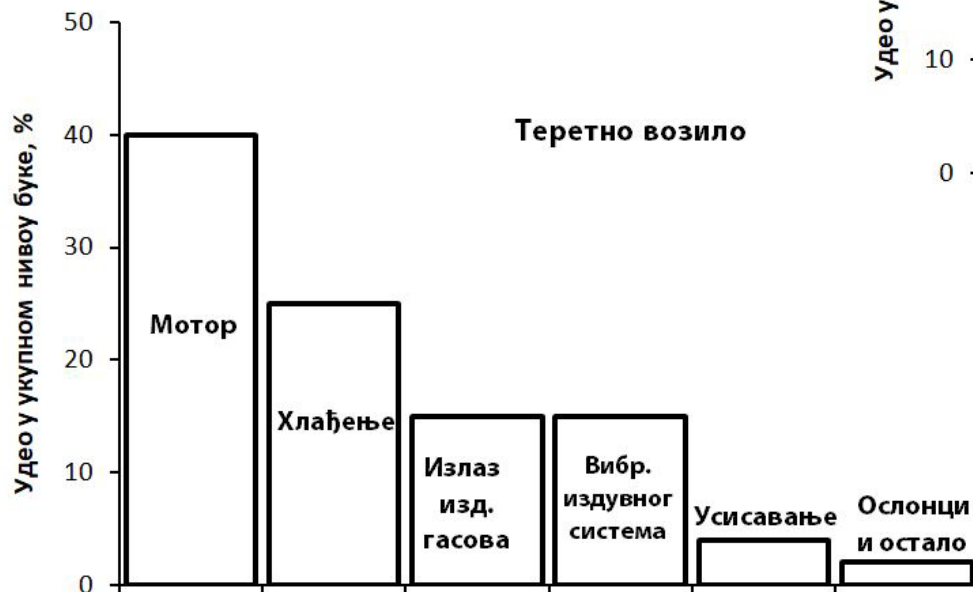
<b>Принцип побуђивања осцилација</b>			
<b>Аеродинамички</b>	<b>Механички</b>	<b>Хидродинамички</b>	<b>Електрични</b>
Струјање ваздуха око возила	Механизам клипњаче	Систем подмазивања	Електрогенератор
Процес сагоревања	Механизам вентила	Систем за довод горива	Електромотори
Процес издувавања	Зупчаници разводника	Хидро системи	
Процес усисавања	Систем за пренос снаге		
Вентилатори	Бука у контакту пнеуматика и тла		
	----- Други механизми		

## Извори буке на возилу



- 1 - бука усисавања
- 2 - утицај вибрације мотора  
преко система ослањања
- 3 - бука мотора
- 4 - аеродинамичка бука
- 5 - утицај пута на вибрације  
преко система за ослањање
- 6 - утицај вибрација преко ослањања  
издувног система
- 7 - бука издувавања
- 8 - бука вентилатора
- 9 - бука мењача
- 10 - радијациона бука издувног система
- 11 - бука пнеуматика

## Бука мотора



## Бука издувног система

**Бука издувног система је потенцијално највећи извор буке на возилу. Представља производ изненадног ослобађања гаса у издувном систему са отварањем издувних вентила.**

**Битно зависи од типа и конструкције мотора, режима рада мотора као и карактеристика самог издувног система (пригушивача, као и дужине издувне цеви и дебљине зида, пречника издувних лонаца, унутрашњег пречника цеви, величине комора, броја отвора итд.).**

**На буку издувног система највише утиче број обртаја мотора. Са повећавањем броја обртаја ниво буке знатно расте.**

## Бука усисног система

**Један од доминантних извора буке код моторних возила је бука усисног система, као компонента буке аеродинамичког порекла.**

**Бука усисног система настаје отварањем и затварањем усисних вентила, односно проласка и заустављања протока ваздуха у цилиндри мотора. Значајно зависи од режима рада мотора, односно броја обртаја мотора, акустичних карактеристика усисног система, врсте, карактеристика и запремине филтера ваздуха итд.**

**Акустичне карактеристике филтера ваздуха зависе од разних елемената на усисном систему као што су: везне цеви, места везивања пречистача, материјал од кога је израђен итд.**



## Бука система за пренос снаге

**Бука мењачког преносника зависи од броја зубаца зупчаника, квалитета израде, конструкционих решења и монтаже зупчаника. Грешке озубљења парова зупчаника које настају због нетачности израде, монтаже и услова рада могу допринети повећању буке, али не у тој мери да би се значајно повећао укупан ниво буке возила.**

**Механичка бука може да изазове вибрације поклопца и корита мотора пошто су они обично лаке и флексибилне структуре од ливеног алуминијума или пресованог лима, који даље генеришу буку разних фреквентних опсега.**

## Бука система за хлађење

**Рад вентилатора система за хлађење је велики извор буке на возилу. Ово се нарочито односи на моторе са ваздушним хлађењем. Проблем буке система за хлађење је све присутнији с обзиром на тренд повећања специфичне снаге мотора.**

**Бука система за хлађење значајно зависи од конструкције односно облика саћа код хладњака и облика лопатица вентилатора, растојања лопатица, растојања између хладњака и вентилатора због појаве турбулентног кретања и др.**

**Бука коју генерише вентилатор је фреквентног садржаја који је близак резонантним фреквенцијама путничког простора, што може бити извор додатних проблема.**

## Аеродинамичка бука

**Углавном се мисли на буку насталу услед кретања возила кроз атмосферу. Она првенствено настаје услед отпора ваздуха или уласком и изласком ваздуха у путнички простор возила када су прозори отворени.**

**Бука струјања ваздуха је нарочито значајна са повећањем брзине кретања аутомобила и резултира као бука високе фреквенције и широког опсега.**

**Аеродинамичка бука код отворених прозора може да буде доминантни извор унутрашње буке. Ову буку углавном карактерише ниска фреквенција.**

## Бука пнеуматика

**Три узрока настајања буке пнеуматика:**

- **Истискивање ваздуха из шупљина профила при ступању пнеуматика у контакт са подлогом и враћање ваздуха из шупљина профила при одизању профила при котрљању пнеуматика;**
- **При ступању у контакт са подлогом шаре трпе деформацију везану за профил подлоге; узимајући у обзир геометрију шаре и врсту материјала, шаре стварају буку фреквенције која одговара њиховом броју на пнеуматику и брзини окретања пнеуматика;**
- **Трећи механизам везан је за ударање ребара профила пнеуматика о подлогу.**

## Могућност снижавања буке моторних возила

**Проблем буке моторних возила је у сталној фази истраживања.**

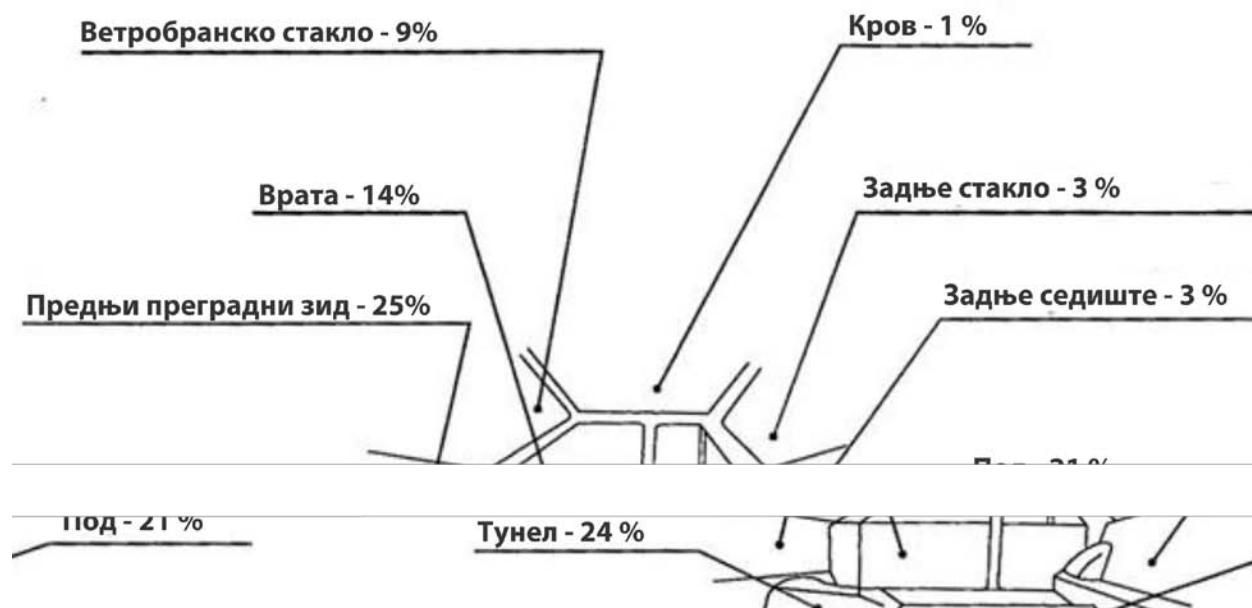
**Посматрају се најутицајнији извори буке посебно и дефинишу предлози за њихово смањење.**

**Најцелисходнији начин елиминисања буке је директна интервенција на самом извору. Ова интервенција подразумева изналажење техничко-конструктивних решења на местима где год је то могуће, с тим да се не угрози функционалност погонског агрегата, односно возила.**

**Након тога - „пасивна изолација“ средине (путничког простора). Акустичка изолација простора захтева постављање рефлектујућих површина, уз употребу антизвучних материјала.**

## Могућност снижавања буке моторних возила

**Процентуални удео делова каросерије  
на укупни ниво унутрашње буке**



## **Употреба виброакустичких материјала на возилима**

***По својој функцији виброакустички материјали се деле на:***

- ***апсорпционе;***
- ***пригушујуће;***
- ***изолационе.***

***Апсорпциони материјали се користе код возила у путничком простору као акустички апсорбери за изолацију моторског и путничког простора. Сврставају се у три групе:***

- ***порозни материјали – апсорбери високе фреквенције;***
- ***акустички резонатори – апсорбери средње фреквенције;***
- ***механички резонатори – апсорбери ниске фреквенције.***

## Употреба виброакустичких материјала на возилима

**Пригушујући материјали преко расипања вибрационе енергије редукују механичке вибрације, елиминишу резонанце, смањују ширење вибрација кроз структуру и ублажују метални карактер буке.**

**Директно се стављају на делове од којих се очекује снижавање нивоа вибрација.**

**Материјали се оцењују преко брзине пригушења вибрација у зависности од њихове дебљине.**



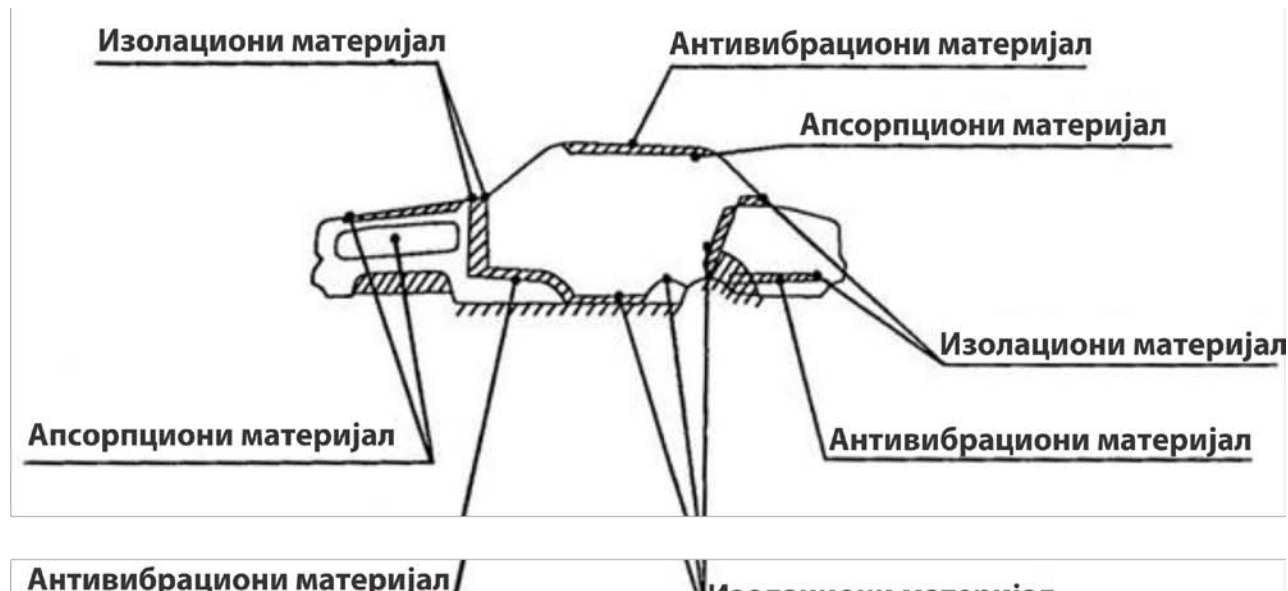
## Употреба виброакустичких материјала на возилима

**Изолациони материјали мају задатак да спрече продирање акустичке енергије од извора (моторског простора и издувног система) у путнички простор.**

**Праве се комбинацијом једног или више слојева пригушујућих и апсорпционих материјала. Често се овим комбинацијама додају и танке алуминијумске фолије ради повећања њихових рефлектујућих својстава.**

**Изолациони материјали се квалификују преко коефицијента изолације.**

## Могућа места примене виброакустичких материјала



**Применом виброакустичких материјала ниво буке се може ефикасно снизити за око 3 до 4 dB(A).**