

## Тема 2.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ

## 2.2. Биологические негативные факторы. Вибрация. Шум.

## **Тема 2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ**

### **Учебные вопросы:**

1. Биологические негативные факторы
2. Вибрация.
3. Шум.

### **Литература:**

1. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 3- изд., испр. и доп. /Под ред. О.Н. Русака. – Спб.: Издательство «Лань», 2000. – 448 с., ил. – (учебники для вузов, специальная литература), с. 152-167,179-189.
2. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. 14-е изд., стер./Под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Издательство «Лань», 2012 – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература), с. 170-184, 192-206, 505-513.

# Эпидемиологическая безопасность

## Учебные вопросы:

1. Биологически опасные объекты.
2. Рост и размножение микроорганизмов.
3. Возникновение и течение инфекционных заболеваний.
4. Профилактика инфекционных заболеваний и борьба с эпидемиями.

## Литература:

1. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 3- изд., испр. и доп. /Под ред. О.Н. Русака. – Спб.: Издательство «Лань», 2000. – 448 с., ил. – (учебники для вузов, специальная литература), с. 152-167.
2. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. 14-е изд., стер./Под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Издательство «Лань», 2012 – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература), с. 170-184,.

Разновидностью опасностей сопровождающих человека с момента его появления, являются биологические опасности или инфекционные болезни, распространение которых называют эпидемией.

Опасности являются **биологическими**, по причине того, что разносчиком инфекционных заболеваний среди населения являются живые организмы (био- в переводе с греческого – жизнь).

**Эпидемия** – это массовое распространение инфекционного заболевания человека, в какой либо местности, стране, значительно превышающее обычный уровень заболеваемости.

**Пандемия** (греч. πανδημία – весь народ) – эпидемия, характеризующаяся распространением инфекционного заболевания на территории всей страны, территорию сопредельных государств, а иногда и многих стран мира (например, холера, грипп). Пандемией оно становится, когда переходит границы государства, в котором возникло, и когда количество зараженных сопоставимо с численностью населения (СПб Э.П. 13,5 тыс. ч. в день по гриппу)

**Эпидемиологическая или биологическая безопасность** – это комплекс мероприятий направленных на предупреждение инфекционных заболеваний среди отдельных групп населения, на снижение заболеваемости совокупного населения и на ликвидацию отдельных инфекций.

Носителями биологических опасностей являются все среды обитания (воздух, вода, почва), растительность и животный мир, сами люди, искусственный мир, созданный человеком, и др. объекты.

## Биологически опасные объекты

### Микроорганизмы

Разносчиками эпидемиологических заболеваний являются микроорганизмы.

**Микроорганизмы** – это мельчайшие, преимущественно одноклеточные существа, видимые только в микроскоп, характеризующиеся огромным разнообразием видов, способные существовать в различных условиях.

Большинство микроорганизмов выполняют полезную роль в круговороте веществ в природе, они широко используются в пищевой и микробиологической промышленности, при производстве пива, вин, лекарств.

Тысячелетиями человек использовал молочнокислые бактерии для производства сыра, йогурта, кефира, уксуса, а также квашения.

Но некоторые виды микроорганизмов являются болезнетворными или патогенными. Они вызывают болезни растений, животных и человека:

человек – эпидемии (пандемии);  
животные – эпизоотии;  
растения – эпифитотии.

Человечество долго не знало, что эти болезни вызываются микроорганизмами и не имело средств борьбы с заразными болезнями. Впервые бактерии были случайно открыты **Левенгуком (1632-1723)** – начало новой науки микробиологии. Её основоположником признается французский ученый **Луи Пастер (1822-1895)**. Именно он установил, что каждое заболевание возникает в результате деятельности особого вида микробов и предложил способ борьбы с ними – принцип ослабления возбудителя.

***К биологически опасным веществам относятся:***

- болезнетворные микробы;
- ядовитые продукты их жизнедеятельности (токсины);
- насекомые – переносчики инфекций;
- некоторые гербициды – вещества полученные синтетическим путем.

Преднамеренное использование биологически опасных веществ для уничтожения людей, животных и растений входит в понятие «**бактериологическое (биологическое) оружие**».

В 1972 г. была подписана Конвенция о запрещении разработки, производства и применения бактериологического оружия и о его уничтожении.

По своей природе микроорганизмы очень разнообразны. Их иногда называют просто микробами.

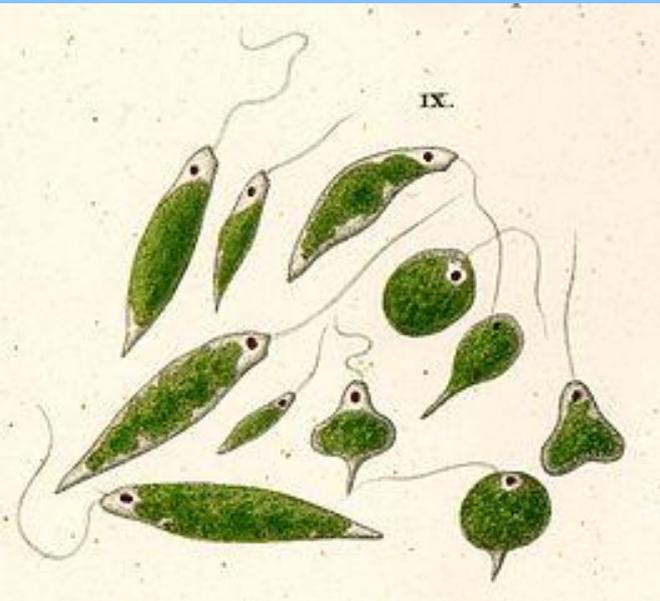
Среди патогенных микроорганизмов различают:

- простейшие,
- бактерии,
- вирусы,
- риккетсии,
- спирохеты.

**Простейшие** состоят из одной клетки. Чаще всего они встречаются и обитают в водоемах. Примеры простейших животных: **амеба, радиолярия, грегарина, эвглена, трипаносома, миксоспоридия, парамеция.**



**Трипаносомы** Имеют размер 12-100 мкм, являются паразитами крови и тканей человека и позвоночных животных. Переносчики – кровососущие насекомые (муха цеце). Вызывают заболевание трипаносомоз (лихорадка, поражение лимфатических узлов и др.). Заболевание людей называют сонной болезнью (африканский трипаносомоз) или болезнью Шагаса (американский трипаносомоз).



**Эвглена** водится преимущественно в мелких пресных водоемах, часто вызывает «цветение» воды, известно около 60 видов, длина до 0,1 мм.



**Бактерии** - микроскопические преимущественно одноклеточные организмы, имеют в диаметре величину 0,5-1 мкм.

Бактерии, имеющие форму правильных шариков, называются **кокками**. Группы кокков называют **стафилококками** или **стрептококками**.

Очень многие бактерии имеют форму палочек. Электронный микроскоп позволяет увидеть и органы движения – тоненькие жгутики.

Бактерии вездесущи и выносливы, их находили в воде гейзеров ( $T=100^{\circ}\text{C}$ ), в вечной мерзлоте Арктики, где они пробыли более 2 млн. лет; не погибают они и в открытом космосе, не страшно для них и воздействие смертельной для человека дозы радиации, способны расти и размножаться на искусственных питательных средах.

Размножаются бактерии простым делением надвое в благоприятных условиях через каждые 20 минут.

При воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды некоторые бактерии образуют **споры**, называемые **эндоспорами**. Эндоспоры имеют плотную оболочку, содержащую дипиколинат кальция, что способствует их длительному сохранению при действии высоких температур и высушивании.

*Бактериальными заболеваниями являются:*

- чума, -**
- туберкулез,**
- холера,**
- столбняк,**
- проказа,**
- дизентерия,**
- менингит и др.**

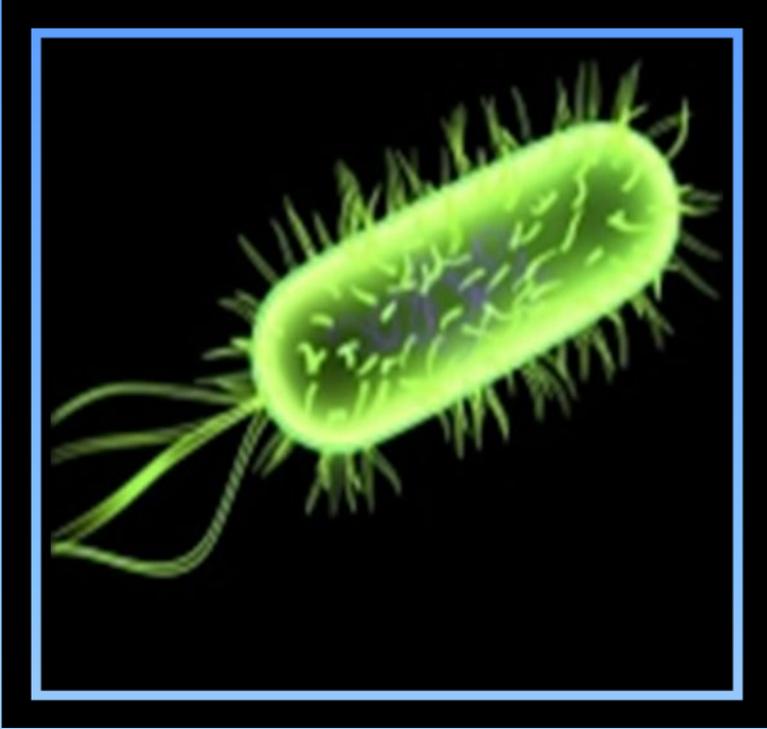
От чумы в средние века погибали десятки миллионов человек. В 1348-1350 г.г. в Старом свете погибло около 7,5 млн. ч. – почти половина населения Европы. Считается, что в XXI веке глобальная опасность заражения чумой исчезла.

Туберкулезные бактерии открыл Р. Кох в 1822 г., окончательно эта болезнь не побеждена.

Холера в Европу занесена в 1816 г., до 1917 г. в России холерой переболело более 5 млн. человек, половина из них погибла. Сейчас случаи холеры достаточно редки.

Столбняк поражает нервную систему. Болезнь побеждена с помощью профилактических прививок.

Случаи заболевания проказой стали редкими. Заболевших людей по-прежнему помещают в лепрозории.



**Вирусы** (от лат. virus – яд), мельчайшие неклеточные частицы, состоящие из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки (капсида). Форма палочковидная, сферическая и др. Размер от 10 до 300 нм и более.

Вирусы – внутриклеточные паразиты, размножаясь только в живых клетках, они используют их ферментативный аппарат и переключают клетку на синтез зрелых вирусных частиц вирионов. Вирусы мельче бактерий в 50 раз, они распространяются повсеместно, вызывают болезни растений,

животных и человека, проходят через тончайшие фарфоровые фильтры.

Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты – либо РНК либо ДНК. В связи, с чем они способны навязывать свою генетическую информацию наследственному аппарату пораженной им клетки. Заражая клетку, они заставляют ее помогать их размножению, что, как правило, кончается гибелью клетки.

**Вирусными заболеваниями являются: оспа, бешенство, грипп, энцефалит, корь, свинка, краснуха, гепатит и др.**

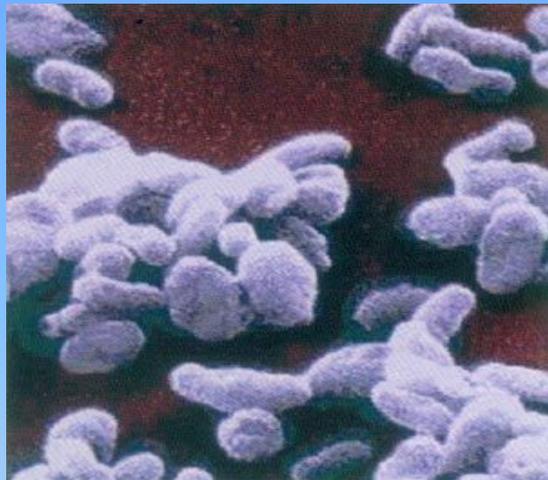
В 1796 г. англичанин Э Дженнер предложил свой метод прививания оспы (вакцинация), положив тем самым начало борьбы с недугом. Но только в 1980 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о том, что оспа побеждена. Теперь детям, родившимся после 1980 г. прививания от оспы не делают.

**Бешенство, или водобоязнь** – смертельная болезнь человека и животных. Чаще всего бешенство бывает у собак. Прививки – единственное надежное средство против бешенства. Заболевшего бешенством человека спасти (вылечить) невозможно. Скрытый (инкубационный) период болезни тянется от 8 дней до года. Поэтому при укусе животного необходимо обратиться к врачу.

**СПИД** г. в Сан-Франциско (США) 1981г.

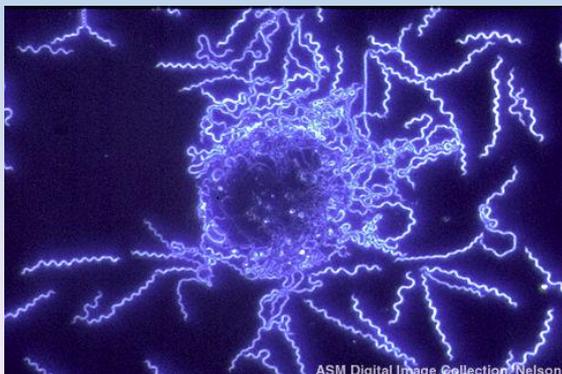
**Грипп.** Эпидемия гриппа описана Гиппократом еще в 412 г. до н.Э. В XX веке были отмечены 3 пандемии гриппа. В январе 1918 г. в Испании появились сообщения об эпидемии гриппа, получившего название «испанка». «Испанка» обошла весь мир, заразив около 1,5 млрд. человек и унесла 20 млн. жизней – больше, чем Первая мировая война. В 1957 г. около 1 млрд. человек заболело «азиатским» гриппом, погибло более 1 млн. чел. В 1968-69 гг. на Земле свирепствовал «гонконгский» грипп. Число эпидемий гриппа с каждым столетием возрастает. Вирус гриппа очень быстро изменяется. «Свиной грипп» - острое высококозаразное инфекционное заболевание, вызываемое пандемичным вирусом гриппа А(Н1N1), передающееся от свиньи и человека к человеку, имеющее высокую восприимчивость среди населения с развитием пандемии и

характеризующееся лихорадкой, респираторным синдромом и тяжелым течением с возможностью летального исхода. Вирус гриппа А(H1N1) – результат скрещивания человеческого вируса гриппа А (H1N1) и вируса свиного гриппа, в итоге вирус мутировал и стал высокопатогенным.



**Риккетсии** — мелкие болезнетворные бактерии, размножаются в клетках хозяина (так же, как вирусы), возбуждают риккетсиозы (сыпной тиф, ку-лихорадка и др.).

Риккетсиоз – острая инфекционная болезнь человека и животных. Признаки заболевания: головная боль, слабость, бессонница, боль в мышцах. У животных протекает без симптоматики. Человек заражается от животных.

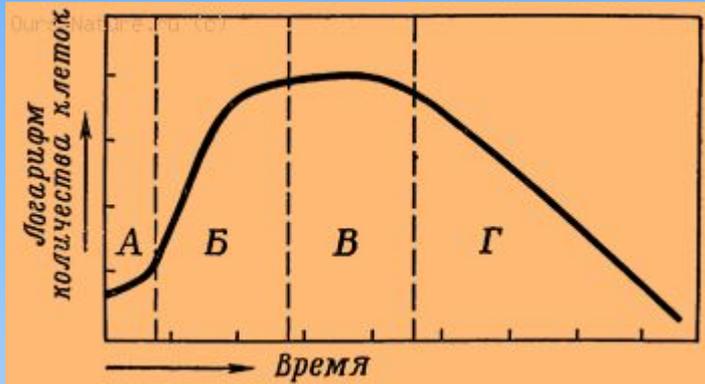


**Спирохеты** — микроорганизмы, клетки которых имеют форму тонких извитых нитей. Обитают в почве, стоячих и сточных водах. Патогенные спирохеты – возбудители сифилиса, возвратного тифа, лептоспироза и др.

## 2. Рост и размножение микроорганизмов

Достигнув определенной величины, клетка микроорганизма перестает расти и в определенный момент делится на две части, которые становятся самостоятельными организмами.

Французский ученый Моно установил следующую закономерность.



В первое время бактерии приспосабливаются к среде и размножаются очень медленно (лаг фаза – часть А).

Затем следует фаза быстрого размножения, где размножение идет по логарифмическому закону (лог-фаза, часть Б).

После чего наступает стационарная фаза (В), когда среда обогащается продуктами жизнедеятельности бактерий, тормозящими процесс размножения. Наконец, бактерии начинают отмирать (фаза отмирания Г).

Причиной гибели бактерий являются неблагоприятные условия среды.

Обычно микроорганизмы нормально живут при  $T=0-90^{\circ}\text{C}$ . Для некоторых видов этот предел гораздо шире  $270-400^{\circ}\text{C}$ . Прямые лучи солнца для большинства бактерий губительны.

Микроорганизмы жизнеспособны в условиях очень низкого (всего 5 мм. рт. ст.) и очень высокого (более 5 атм.) давления.

На жизнеспособность микроорганизмов влияет кислотность среды. Наиболее благоприятны нейтральная (pH =7) и щелочная (pH>7) среды.

Носителями биологических опасностей могут быть элементы среды обитания: воздух, вода, почва, растения, животные, люди, оборудование, инструменты, сырье, перерабатываемые материалы и т.п.

Бактерии живут в воде, во льдах, в воздухе на различной высоте от земли. Особенно много бактерий в почве. В одном грамме пахотной почвы находится от 1 до 20 млрд. микробов.

Микробы сопровождают человека всю жизнь. Поэтому человек настойчиво ищет способы защиты от них. Один из методов, уничтожение микробов под воздействием высокой температуры, он называется **стерилизацией**. Частичную стерилизацию молока при  $T=60^{\circ}\text{C}$  в течение 30 мин. называют **пастеризацией**.

Существуют и другие методы. Например, для улавливания микробов из жидкостей и газов применяют специальные фильтры, которые имеют очень мелкие поры.

Микроорганизмы не бессмертны. Размножение их не безгранично. Многие клетки гибнут, не дожив до деления. Микробы враждуют между собой (антогонизм), уничтожая друг друга. Гибнут от солнечного света, ультрафиолетового излучения.

**Бактерициды** –химические вещества, убивающие бактерии.

Некоторые микробы питаются отмершими частями растений – это сапрофиты. Другие нападают на живые организмы – это паразиты. Болезнетворные (патогенные) микробы выделяют ферменты, которые нарушают нормальное состояние человека.

### 3. Возникновение и течение инфекционных заболеваний

Возникают инфекционные заболевания следующим образом. Возбудители инфекционных заболеваний, проникая в организм, находят благоприятную среду для развития. Быстро размножаясь, они выделяют ядовитые продукты (токсины), которые разрушают клетки тканей. Это приводит к нарушению нормальных процессов жизнедеятельности организма. Болезнь возникает, как правило, через определённое время с момента заражения. В этот период, который называют *инкубационным*, идёт размножение микробов и накопление токсичных веществ без видимых признаков заболевания. В это время носитель микробов заражает окружающих и различные предметы.

#### Основные пути распространения инфекционных заболеваний:

- контактный*, когда происходит прямое соприкосновение больного со здоровым человеком;
- контактно-бытовой*, когда передача инфекции идёт через предметы домашнего обихода, загрязнённые больным;
- воздушно-капельный*, когда при разговоре или чихании идёт разброс заражённых капель;

*-с водой и продуктами питания*, в которых отдельные возбудители могут сохранять жизнеспособность (дизентерия, брюшной тиф, холера и др.);  
*-укусы кровососущих насекомых.*

В организме человека на пути проникновения болезнетворных микробов **стоят защитные барьеры:**

*-кожа,*  
*-слизистая оболочка желудка,*  
*-некоторые составные части крови (лейкоциты).* Сухая и чистая кожа выделяет вещества, которые убивают микробы. Слизь и слюна содержат высокоактивный фермент «лизоцим», убивающий многих возбудителей. **Оболочка дыхательных путей также хороший защитник от микробов.** Надёжный барьер для микробов – **желудок.** Он выделяет соляную кислоту и ферменты, которые нейтрализуют возбудителей заразных болезней  
*-лейкоциты*, которые выделяют «интерферон», уничтожающий микроорганизмы.

Наиболее типичные признаки инфекционного заболевания:

*озноб, повышение температуры, головная боль, боли в мышцах и суставах, недомогание, общая слабость, часто тошнота и рвота, нарушается сон, ухудшается аппетит.* При тифе появляется сыпь; при гриппе – чихание; ангина и дифтерия вызывают боли в горле, особенно при глотании; при дизентерии – понос; при холере – понос и рвота.

Основные виды инфекций: инфекция дыхательных путей и острые кишечные инфекции.

Приведённые признаки являются общими для всех инфекционных болезней. Однако каждому заболеванию присущи свои характерные признаки. Они позволяют более точно определить болезнь.

В ряде случаев попадание микробов в организм человека не приводит к заболеванию.

***Невосприимчивость организма человека к какому-либо инородному для организма веществу называют иммунитетом.***

По происхождению различают естественный (врождённый) и приобретённый иммунитет.

Приобретённый иммунитет может быть активным, который вырабатывается после проведения прививок вакцинами, и пассивным, основанный на введении в организм готовых защитных антител от иммунного человека. Устойчивость всех видов приобретённого иммунитета относительна.

## 4. Профилактика инфекционных заболеваний и борьба с эпидемиями

Зоной биологического заражения называют территорию, на которой распространились биологически опасные вещества и заражённые переносчики инфекционных заболеваний.

Очагом биологического поражения (ОПБ) принято называть территорию, в пределах которой под действием биологически опасных веществ произошли массовые поражения людей и животных. К поражённым относятся заболевшие и люди, имевшие контакт с поражёнными или соприкасавшиеся с заражёнными предметами.

**Карантин** – система строгих противоэпидемических мер изоляции всего очага биологического поражения и ликвидации в нём инфекционного заболевания. Для этого организуется комендантская служба. Выезд из очага и вывоз имущества запрещается. Население разбивается на мелкие группы, за которыми ведётся медицинское наблюдение

**Обсервация** – специально организуемое медицинское наблюдение и система ограничительных мер, целью которых является предупреждение распространения инфекционных заболеваний. Заболевших выявляют путём опроса и наблюдения, медицинских обследований. Проводятся профилактические прививки. Особое место отводится личной гигиене. Сроки обсервации определяются сроками карантина.

# МЕХАНИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ

Под **механическими опасностями понимаются** такие нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами **гравитации или кинетической энергии**.

**Естественные** – обвалы и камнепады в горах, снежные лавины, сели, град и др.; **искусственного происхождения** – машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения и др. объекты действующие на человека своей массой и энергией. И как результат телесные повреждения различной степени тяжести.

Объекты, представляющие механическую опасность подразделяют на два класса:

**энергетические**, так как имеют тот или иной энергетический потенциал и

**потенциальные механические опасности**, лишенные энергии.

Травмирование в этом случае возможно за счет энергии самого человека (торчащие гвозди, заусеницы, лезвия и т.п.).

# ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

К *вибраакустическим колебаниям* относятся: **вибрация, шум, инфразвук и ультразвук.**

## ВИБРАЦИЯ

***Вибрацией называют*** механические колебания, испытываемые каким – то телом. Причина вибрации - неуравновешенные силовые воздействия. Используется: - в медицине (вибромассаж), в строительстве (вибраторы).

Различают ***общую и локальную или местную*** вибрацию.

### ***Основные характеристики:***

- амплитуда вибросмещения (величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия, м, см);
- частота колебаний (Гц);
- учитывая, что при любом колебательном движении непрерывно изменяется скорость и ускорение (наибольшие на осевой линии колебания и наименьшие в крайних позициях), вибрацию оценивают по скорости и ускорению.
- амплитуда колебательной скорости и колебательного ускорения;
- период колебаний  $T$  - время между двумя последовательными одинаковыми состояниями системы;

Для вибрации отсчет децибел ведется от условной опорной виброскорости,  $V_0$  равной  $5 \cdot 10^8$  м/с, виброускорения –  $3 \cdot 10^4$  м/с<sup>2</sup>.

Виброскорость и виброускорение выражаются в дБ относительно их нулевых порогов. При этом порог восприятия вибрации составляет около 70 дБ.

Виброскорость и виброускорение оцениваются в пределах стандартных октав со среднегеометрическими частотами – 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250 Гц и выше. Вибрация с частотой до 32 Гц относится к низкочастотной, а более 32 Гц – к высокочастотной.

Анализ вибрации ведется в октавных полосах, при этом  $f_2 / f_1 = 2$ ,  $f_{сг} = \sqrt{f_2 \cdot f_1}$  или в третьоктавных полосах, при этом:  $f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2}$ , а  $f_{сг} = \sqrt[6]{2} f_1$ . Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и находятся в пределах 1-2000 Гц.

Уровень колебательной скорости  $L_v$  - основная характеристика вибрации. определяется по формуле:

$$L_v = 10 \lg V^2 / V_d = 20 \lg V_d / V_0, \quad \text{дБ}$$

где  $V_0$  - опорное значение колебательной скорости. Согласно международному соглашению  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с

## ***Спектры бывают дискретные, сплошные и смешанные.***

Дискретный спектр характерен для периодического колебания,

сплошной для случайного,

смешанный для их сочетания.

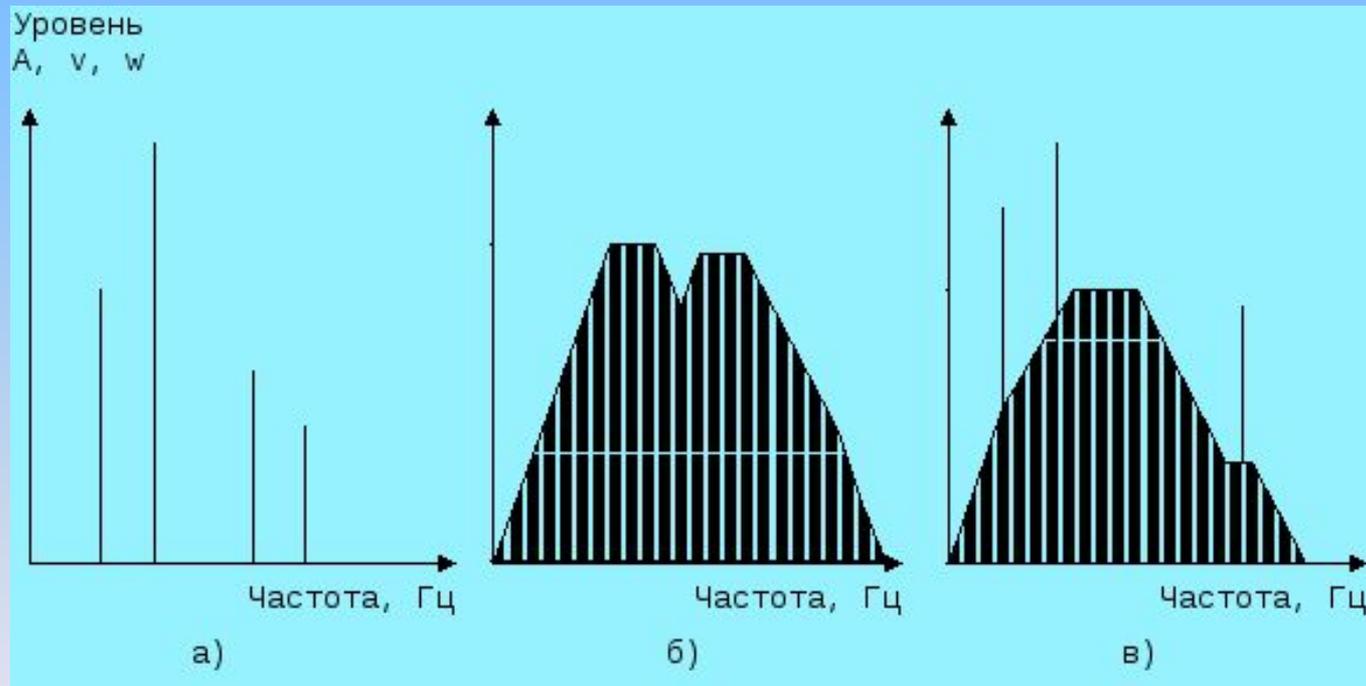


Рис. Спектры вибрации: а – дискретный; б – сплошной; в – смешанный

**Спектры бывают дискретные, сплошные и смешанные.** Дискретный спектр характерен для периодического колебания, сплошной для случайного, смешанный для их сочетания.



В качестве приборов для измерений вибрации используют **виброметры** и **шумомеры с дополнительным приспособлением**, отечественные приборы ВШВ 003-М2 и приборы датской фирмы «Брюль и Кьер». В соответствии с ГОСТ 12.4.012-83 «Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах».

Рис. Вибро(шумо)метр ВШВ-003-М2

## ДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Производственная вибрация, характеризующаяся значительной амплитудой и продолжительностью действия, вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом. При длительном воздействии вибрации перестраивается костная ткань: на рентгенограммах можно заметить полосы, похожие на следы перелома — участки наибольшего напряжения, где размягчается костная ткань. Возрастает проницаемость мелких кровеносных сосудов, нарушается нервная регуляция, изменяется чувствительность кожи. При работе с ручным механизированным инструментом может возникнуть акроасфиксия (симптом мертвых пальцев) — потеря чувствительности, побеление пальцев, кистей рук.

При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение. При вибрации ниже 2 Гц, действующей на человека вдоль позвоночника, тело движется как единое целое. Резонансные частоты мало зависят от индивидуальных особенностей людей, так как основной подсистемой, реагирующей на колебания, являются органы брюшной полости, вибрирующие в одной фазе. Резонанс внутренних органов наступает при частоте 3...3,5 Гц, а при 4...8 Гц они смещаются.

Если вибрация действует в горизонтальной плоскости по оси, перпендикулярной позвоночнику, то резонансная частота тела (около 1,5 Гц) обусловлена сгибанием

Область резонанса для головы сидящего человека соответствует 20...30 Гц. В этом диапазоне амплитуда виброускорения головы может втрое превышать амплитуду колебаний плеч. Качество зрительного восприятия предметов значительно ухудшается при частоте вибрации 60...90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Исследователи Японии установили, что характер профессии определяет некоторые особенности действия вибрации. Например, у шоферов грузовых машин широко распространены желудочные заболевания, у водителей трелевочных тракторов на лесозаготовках—радикулиты, у пилотов, особенно работающих на вертолетах, наблюдается снижение остроты зрения. Нарушения нервной и сердечно-сосудистой деятельности у летчиков возникают в 4 раза чаще, чем у представителей других профессий.

# НОРМИРОВАНИЕ

Различают санитарно-гигиеническое и техническое нормирование.

**ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность»** регламентирует уровни общей и локальной вибрации. Нормирование проводится в октавных диапазонах с различными среднегеометрическими частотами и различается величинами допустимых уровней колебательных скоростей.

Предельно допустимое значение общей вибрации нормируется по виброускорению в октавных и третьоктавных полосах (от 0,8 до 80 Гц) по координатным осям x, y, z.

Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий нормируется **СН 2.2.4/2.1.8.566-96**.

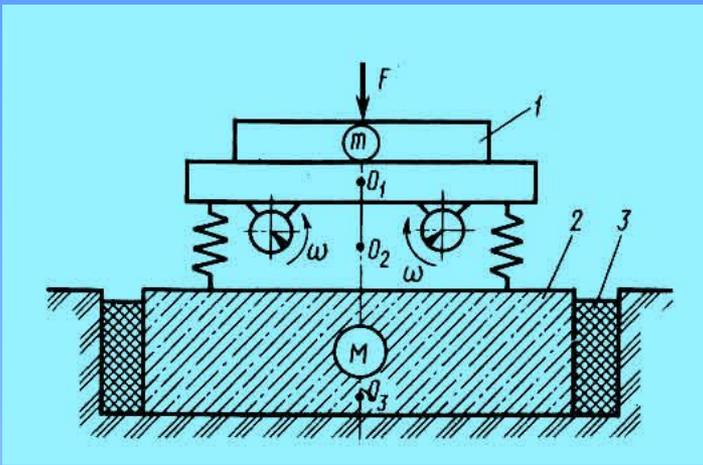
## **Методы и средства защиты коллективной защиты от вибрации:**

- *уменьшение интенсивности возбуждающих сил в источнике их возникновения;*
- *ослабление вибрации на путях распространения*

# Методы и средства коллективной защиты от вибрации



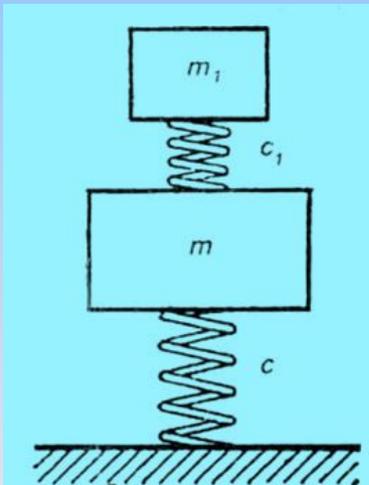
Рис. Методы и средства защиты от вибрации



**Виброгашение** – способ снижения вибрации путем введения в систему дополнительных сопротивлений.

Рис. Виброгасящее основание.

1. динамически неуравновешенные машины (дробилки, мельницы, вентиляторы, силовые установки и др.)
2. виброгасящее основание.
3. Акустически шов, заполненный легкими упругими материалами.



Подбираются гасители с массой  $m_1$  и жесткостью  $c_1$ , собственная частота которых настроена на частоту агрегата имеющего массу  $m$  и жесткость  $C$ . Колебания виброгасителя в каждый момент времени находятся в противофазе с колебаниями агрегата.

Рис. Схема динамического гасителя

# Акустические колебания. Шум

Физическое понятие об акустических колебаниях охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания в диапазоне 16 Гц...20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, **называют звуковыми**, с частотой менее 16 Гц – **инфразвуковыми**, выше 20 кГц – **ультразвуковыми**. Распространяясь в пространстве, звуковые колебания создают акустическое поле.

## Нормирование шума

**Шум** представляет собой **беспорядочное сочетание звуков** различной частоты и интенсивности.

С физиологической точки зрения шумом называют любой нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека. Звуковые колебания воспринимаемые органами слуха, являются механическими колебаниями, распространяющимися при нормальных условиях в упругой среде со скоростью: 330 м/с – в воздухе, 1400 м/с – в воде, 5000 м/с – в стали. При восприятии человеком звуки различают по высоте и громкости.

## Основные физические характеристики звука:

- частота  $f$  (Гц);
- звуковое давление  $P$  (Па);
- интенсивность или сила звука  $I$  (Вт/м<sup>2</sup>).

При распространении звуковых колебаний в воздухе периодически появляются области разрежения и повышенного давления. Разность давлений в возмущенной и невозмущенной средах называется звуковым давлением  $P$ , которое измеряется в паскалях (Па).  $\{1 \text{ паскаль (Па)}\} = 1 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ Дж/м}^3$

Распространение звуковой волны сопровождается и переносом энергии. Количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени через единицу поверхности, ориентированную перпендикулярно направлению распространения волны, называется **интенсивностью или силой звука  $I$**  и **измеряется в Вт/м<sup>2</sup>**.

**Минимальная интенсивность звука**, которая воспринимается ухом, называется порогом слышимости. В качестве стандартной частоты сравнения принята частота 1000 Гц. При этой частоте

<b>порог слышимости</b>	$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ , а соответствующее ему
<b>звуковое давление</b>	$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ .

**Максимальная интенсивность звука**, при которой орган слуха начинает испытывать болевое ощущение, называется порогом болевого ощущения,

равным	$I_{\text{max.}} = 10^2 \text{ Вт/м}^2$ , а соответствующее ему
<b>звуковое давление</b>	$P_{\text{max}} = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$ .

Так как изменения интенсивности звука и звукового давления слышимых человеком огромны и составляют соответственно  $10^{14}$  и  $10^7$  раз, то пользоваться для оценки звука абсолютными значениями интенсивности звука или звукового давления крайне неудобно.

Для гигиенической оценки шума принято измерять его интенсивность и звуковое давление не абсолютными физическими величинами, а логарифмами отношений этих величин к условному нулевому уровню, соответствующему порогу слышимости стандартного тона частотой 1000 Гц. Эти логарифмы отношений называют **уровнями интенсивности и звукового давления**, выраженные в белах (Б). Так как орган слуха человека способен различать изменение уровня интенсивности звука на 0,1 бела, то для практического использования удобнее единица в 10 раз меньше – **децибел**.

$$L = 10 \lg(I/I_0),$$

дБ.

$$L = 10 \lg(P^2/P_0^2) = 20 \lg(P/P_0),$$

дБ.

Использование логарифмической шкалы для измерения уровня шума позволяет укладывать большой диапазон значений  $I$  и  $P$  в сравнительно небольшом интервале логарифмических величин **от 0 до 140 дБ**.

**Пороговое значение звукового давления  $P_0$  соответствует порогу слышимости  $L = 0$  дБ,**

**порог болевого ощущения  $L = 120-130$  дБ.** Шум, даже когда он невелик (50-60 дБ) создает значительную нагрузку на нервную систему, оказывая психологическое воздействие. При действии шума более 140-145 дБ возможен разрыв барабанной перепонки.

Обычно параметры шума и вибраций оценивают в октавных полосах. За ширину полосы принята **октава** (интервал частот, в котором высшая частота  $f_2$  в два раза больше низшей  $f_1$ ).

В качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берут среднегеометрическую частоту.

**Среднегеометрическая частота —  $f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$**

**Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизованы**

**ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности"** и составляют 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц при соответствующих им граничным частотам 45-90, 90-180, 180-355, 355-710, 710-1400, 1400-2800, 2800-5600, 5600-11200.

Зависимость величин, характеризующих шум от его частоты, **называется частотным спектром шума**

Для удобства физиологической оценки воздействия шума на человека различают *низкочастотный* (до 300 Гц), *среднечастотный* (300-800 Гц) и *высокочастотный* (выше 800 Гц) шум.

**ГОСТ 12.1.003-83 и СН 9-86 РБ 98 "Шум на рабочих местах. «Предельно допустимые уровни»** классифицирует шум по характеру спектра и по времени действия.

***По характеру спектра:***

- **широкополосный**, если он имеет непрерывный спектр шириной более одной октавы,
- **тональный**, если в спектре имеются выраженные дискретные тона.

***По временным характеристикам:***

- **постоянный**, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ,
- **непостоянный**, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБ.

## Непостоянные шумы делятся на:

- колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- прерывистые, уровень звука которых ступенчато изменяется (на 5 дБ и более);
- импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Наибольшую опасность для человека представляют **тональные, высокочастотные и непостоянные шумы.**

**Влияние шума от различных источников на человека**

# Влияние шума от различных источников на человека

Влияние на человека	Уровень звукового давления, дБ	Источник шума, расстояние до него
Потеря слуха	150	Старт баллистической ракеты, 100 м.
Сильное поражение слуха	140	Взлет реактивного самолета, 15 м.
Болевые ощущения	130	В штамповочном цехе
Поражение слуха	120	Взлет винтового самолета. Концерт рок-оркестра
	110	Отбойный молоток, 1 м. Цепная пила
	100	Листопрокатный цех
Опасность	90	Тяжелые грузовики, (7 метров) Вагон метро (7 метров)
	80	Оживленные улицы
Не слышна речь	70	Легковой автомобиль, салон
Раздражение	65	Машинописное бюро
Отсутствует	60	Обычный разговор
	50	Негромкий разговор
	40	Тихая музыка по радио
	30	Шепот, тиканье будильника
	20	Тихая городская квартира
Благоприятное	10	Шорох листьев
Граница слуховых ощущений	0	Зимний лес в безветренную погоду

## **Интенсивный шум:**

- снижает внимание, увеличивает количество ошибок при выполнении работы;
- влияет на быстроту реакции, сбор информации и аналитические процессы;
- снижает производительность труда и ухудшает качество работы;
- стрессовый фактор, вызывающий переутомление и истощение клеток головного мозга;
- изменяет скорость дыхания и пульса, вызывает нарушение обмена веществ;
- способен вызывать профессиональное заболевание, гипертонические болезни.

## **Шум с уровнем звукового давления:**

- 35дБ привычен для человека и не беспокоит его;
- 40-70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия и при длительном действии, может быть причиной неврозов;
- 75 дБ и более может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости;
- более 140 дБ - возможен разрыв барабанных перепонки, контузия;
- более 160 дБ возможен летальный исход.

# Допустимые уровни шумов по ГОСТ 12.1.003-83 (извлечения)

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивал ентные уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

## Защита от воздействия шума:

### коллективная

- **уменьшение шума** в источнике за счет улучшения конструкции механизмов;
- замена металлических деталей на пластмассовые;
- ударных технологических процессов на безударные (т.е, клепку-сваркой, штамповку – прессованием, балансировка вращающихся деталей);
- нанесение смазки на трущиеся детали.

### средствами индивидуальной защиты слуха:

- противошумные наушники и вкладыши;
- противошумные шлемофоны;
- маски и костюмы.

### Звукоизоляция и звукопоглощение на пути его распространения:

достигается установкой звукоизолирующих ограждений и кожухов, кабин и пультов управления, звукоизолирующих экранов с большой поверхностной плотностью материала (бетон, железобетон, кирпич, керамические блоки, деревянные полотна, стекло).

При уровне шума 85 дБА и выше необходимо использовать СИЗ. Противошумные вкладыши бывают твердые, эластичные и волокнистые. Наибольшее распространение получили вкладыши типа «Грибок», «Лепесток», изготовленные из силиконовой резины и вкладыши типа «Беруши» из волокнистого материала .



27дБ



30-40дБ



Материал: каучук, эластичные  
пластмассы,  
резина, эбонит, ультратонкое волокно,  
10-15дБ



