

*А.А. Сиротский*

(Российский государственный социальный университет;  
e-mail: hotwater2009@yandex.ru)

## **ФИЗИКА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ**

*Проведён анализ физических принципов образования виброакустических каналов утечки информации через элементы внутренней инфраструктуры помещений. Проведена аналогия между типичными элементами внутренней инфраструктуры офисных помещений и классическими моделями осцилляторов.*

*Ключевые слова: речь, информация, утечка, виброакустика, осциллятор, инфраструктура, защита.*

*A.A. Sirotskiy*

## **PHYSICS OF VIBROACOUSTIC CHANNELS OF LEAKAGE OF SPEECH INFORMATION IN ROOMS**

*The analysis of physical principles of formation of vibroacoustic channels of information leakage through elements of internal infrastructure of rooms was carried out. An analogy between typical elements of internal infrastructure of office rooms and classical models of oscillators is drawn.*

*Key words: speech, information, leak, vibroacoustics, physics, oscillator, office, room, infrastructure, protection.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 23 марта 2015 г.

Понятие виброакустических каналов утечки речевой информации хорошо известно в теории информационной безопасности. Уделяется значительное внимание вопросам защиты речевой информации, организации выделенных переговорных помещений, созданию и применению средств линейного и пространственного шумления.

В последнее время внимание бизнес-сообщества смещено в область защиты информации в вычислительных системах [1, 2]. В связи с чем уделяется недостаточное внимание изучению и осмыслению физических процессов, характеризующих распространение низкочастотных виброакустических колебаний в реальной инфраструктуре офисных помещений, и защите речевой информации от попадания к сторонним лицам в ходе переговорных процессов.

Вместе с тем, каждое помещение индивидуально. Иногда одинаковые, на первый взгляд, помещения обладают заметно различающимися виброакустическими свойствами. Это определяется в значительной степени имеющимися элементами внутренней инфраструктуры. Хорошо известно, что некоторые отделочные материалы, покрытия и элементы декора (например, ковры) способствуют гашению звуковых волн. И подобные незатратные технологии применяются на практике для снижения потенциальной возможности распространения виброакустических колебаний за пределы контролируемой зоны.

Но при этом, как правило, мало обращается внимания на те элементы внутренней и инженерной инфраструктуры, которые, способствуют образованию виброакустических каналов утечки информации и распространению виброакустических колебаний за пределы контролируемой зоны. При таком отношении даже самые эффективные меры активной и пассивной защиты, в том числе технические средства защиты и приборы шумления, могут оказаться малоэффективными.

С некоторыми элементами внутренней инфраструктуры, инженерными и строительными конструкциями собственник или владелец помещения мало что может сделать. К таковым, например, относятся батареи и трубопроводы водоснабжения и теплоцентрали. Однако есть и другие инфраструктурные элементы, которые находятся в полном ведении собственника: люстры, светильники, кронштейны подвесок, элементы крепления фальш-потолков, декоративные элементы отделки и т.п. Вот их роль часто остаётся за границами внимания. В то же время многие из этих элементов имеют непосредственное жёсткое крепление к потолкам и стенам и могут являться усилителями и транзиторными распространителями виброакустических колебаний. Учитывая, что перекрытия современных зданий выполняются из железобетонных конструкций, образуются точки вывода виброакустических колебаний за пределы контролируемой зоны.

Классифицируя различные разновидности современных элементов отделки, конструкций средств освещения и вентиляции, можно обратить внимание на то, что по конструктивным особенностям они идентичны трём базовым физическим осцилляторам: пружинному, физическому и математическому маятникам. На рис. 1 показан типичный потолочный светильник на пружинном подвесе, а на рис. 2 – соответствующая ему классическая модель пружинного маятника.



Рис. 1. Светильник на пружинном подвесе

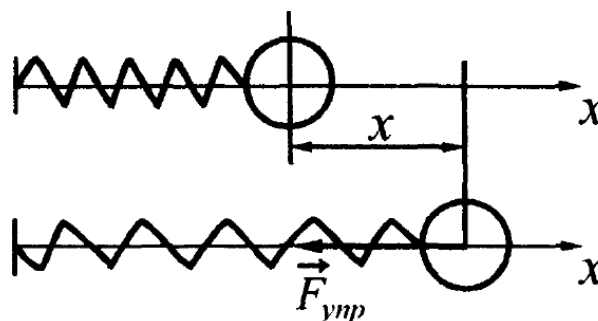


Рис. 2. Модель пружинного маятника

На рис. 3 показан типичный потолочный светильник на подвесе типа "жёсткая штанга", а на рис. 4 – соответствующая ему классическая модель физического маятника. Причём, подобные светильники бывают и в комбинированном исполнении, конструктивно состоящие из нескольких жёстких штанг, фактически представляющие собой целую группу физических маятников.



Рис. 3. Светильник на жёсткой штанге

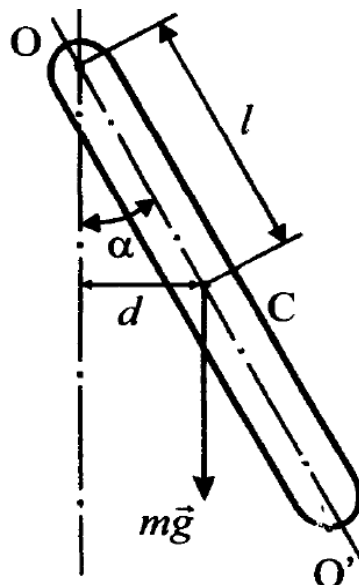


Рис. 4. Модель физического маятника

На рис. 5 показан типичный потолочный светильник на гибком подвесе, в частности, цепном, а на рис. 6 – соответствующая ему классическая модель математического маятника. Подобные светильники бывают как на тросовом, так и цепном подвесе, а также в комбинированном исполнении, состоящем из нескольких подвесных элементов.



Рис. 5. Светильник на гибком подвесе

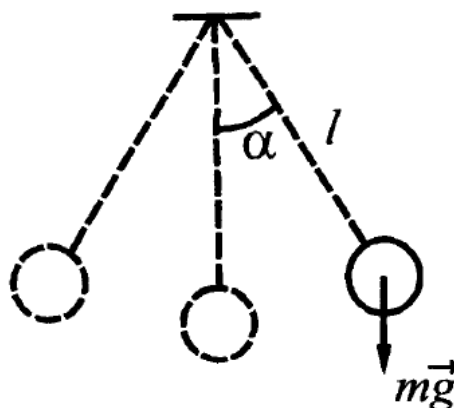


Рис. 6. Модель математического маятника

Помимо светильников, подобные конструктивные решения встречаются в системах вентиляции, кондиционирования, элементах декора (рис. 7). Каждый такой элемент является осциллятором, в котором возникают колебания, идентичные звуковым волнам в помещении. На самом деле в данных элементах будут возникать и электромагнитные колебания, соответствующие частотам побочных электромагнитных излучений и наводок от работающих основных технических средств информатизации и связи, используемых внутри рассматриваемого помещения.



**Рис. 7.** Офисное помещение с подвесными светильниками

Характер наводимых колебаний и возможности их дальнейшего распространения зависят от свойств осцилляторов. Рассмотрим их математические модели.

1. Для пружинного маятника сила упругости определяется по закону Гука и равна:

$$F_{\text{упр}} = -kx, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент жёсткости пружинного подвеса;

$x$  – координата (величина перемещения, линейная амплитуда колебаний).

Силе упругости противодействует равная ей по величине сила тяжести, определяемая по 2-му закону Ньютона и равная:

$$F_m = ma, \quad (2)$$

где  $m$  – масса подвешенного объекта;

$a$  – ускорение.

Таким образом:

$$ma + kx = 0. \quad (3)$$

Ускорение есть вторая производная от координаты:

$$a = \frac{d^2}{dt^2} x. \quad (4).$$

Подставляя (4) в (3) получаем:

$$\frac{d^2}{dt^2} x + \frac{k}{m} x = 0. \quad (5)$$

В полученном дифференциальном уравнении коэффициент при нулевой производной координаты имеет смысл квадрата собственной круговой частоты осциллятора:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad )$$

2. Для физического маятника координатой является угол  $\alpha$  отклонения от вертикальной оси. При этом возникает вращающий момент  $M$ , стремящийся вернуть маятник в равновесное состояние:

$$M = -mgl \sin \alpha, \quad (7)$$

где  $m$  – масса подвешенного объекта;

$g$  – ускорение свободного падения;

$l$  – расстояние между точкой подвеса и точкой центра массы.

Вращающему моменту противодействует момент, определяемый по основному закону вращательного движения:

$$M = J \varepsilon, \quad (8)$$

где  $J$  – момент инерции маятника;

$\varepsilon$  – угловое ускорение маятника.

Угловое ускорение маятника определяется как вторая производная от угла отклонения маятника:

$$\varepsilon = \frac{d^2}{dt^2} \alpha. \quad (9)$$

Приравнявая (7) и (8) и подставляя (9), получаем:

$$\frac{d^2}{dt^2} \alpha + \frac{mgl}{J} \sin \alpha = 0. \quad (10)$$



Колебания данного осциллятора будут негармоническими, поэтому его свойства как образователя виброакустического канала утечки информации теоретически хуже. Но это справедливо для больших амплитуд, которых на практике не наблюдается (а если и наблюдается, то колебания больших амплитуд будут способны найти иной канал распространения). Для малых амплитуд угол  $\alpha$  пренебрежительно мал, поэтому можно принять, что:

$$\frac{d^2}{dt^2} \alpha + \frac{mgl}{J} \alpha = 0. \quad (11)$$

Собственная круговая частота данного осциллятора будет равна:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{J}}. \quad (12)$$

3. Для математического маятника справедливо уравнение (11) с поправкой, что момент инерции при длинном подвесе можно принять равным:

$$J = ml^2. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (11), получим:

$$\frac{d^2}{dt^2} \alpha + \frac{g}{l} \alpha = 0.$$

И собственная круговая частота будет равна:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Имея в виду, что круговая частота связана с линейной частотой формулой  $\omega = 2\pi f$ , можно легко вычислить частоту колебаний, которые будут с наименьшими потерями улавливаться данными осцилляторами и распространяться в пространство за пределы контролируемой зоны.

Следует иметь в виду, что способность осцилляторов к улавливанию и распространению колебаний будет отмечаться не только на частоте, равной резонансной, но и кратной ей.

Анализ собственных частотных свойств инженерных конструкций, имеющих в помещении, позволит более эффективно оценить добротность виброакустических каналов утечки информации и выбрать наиболее рациональные технологии и материалы для реализации соответствующих мер защиты.

Представляет также интерес проведение экспериментальных исследований для выявления свойств осцилляторов как распространителей виброакустических колебаний за пределы контролируемой зоны, а также моделирование внутренних инфраструктурных элементов на предмет выявления их свойств по усилению и распространению колебаний электромагнитного диапазона.

## Литература

1. **Сиротский А.А.** Совершенствование методов обеспечения безопасности при авторизации в системах дистанционного банковского обслуживания // Технологии техносферной безопасности. Вып. 6 (52). 2013. С. 108-117. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
2. **Сиротский А.А.** Информационная безопасность личности и защита персональных данных в современной коммуникативной среде // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (50). 2013. С. 135-142. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
3. **Шупенко С.Б., Сиротский А.А.** Средства комплексной системы защиты речевой и телекоммуникационной конфиденциальной информации в помещении // Сборник научных работ студентов и преподавателей факультета информационных технологий РГСУ. Вып. 2. М.: изд-во РГСУ, 2013. С. 134-142.
4. **Захаренко С.А., Сиротский А.А.** Аудит и совершенствование информационной безопасности ООО "МОСБЕТ" // Сборник научных работ студентов и преподавателей факультета информационных технологий РГСУ. Вып. 1. М.: изд-во РГСУ, 2013. С. 69-81.
5. **Сиротский А.А.** Некоторые особенности проведения занятий по дисциплине "физические основы защиты информации" // Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии: сборник избранных статей науч.-методолог. семинара № 1 (5) кафедры информационной безопасности и программной инженерии РГСУ. М.: ООО "Сам полиграфист", 2013. С. 8, 9.