

# **Волновые явления**

Каждый в своей жизни наблюдал, как от камня брошенного на спокойную поверхность пруда или озера, кольцами разбегаются волны. Многим посчастливилось следить за морскими волнами, набегаящими на берег. Однако, при наблюдении этих явлений далеко не всем приходит в голову, что звук всплеска воды доноситься до нашего уха волнами в том воздухе которым мы дышим, что свет, благодаря которому мы видим, тоже представляет собой волновое движение. Волновые процессы чрезвычайно широко распространены в природе, но различны физические причины, вызывающие волновые движения. Но, подобно колебаниям, все виды волн описываются количественно одинаковыми или почти одинаковыми законами.



**Волны – колебания,  
распространяющиеся в  
пространстве с течением  
времени**

**Волны бывают двух типов:**

- **Механические**
- **Электромагнитные**

# Механические колебания – это колебательное движение частиц какой-либо твердой, жидкой или газообразной среды.

Каждый предыдущий слой воздуха давит на последующий, и за счет этого звук доносится до ваших ушей.



Распространение колебаний таким образом означает передачу колебаний от одних частиц среды к другим. Передача колебаний обусловлена тем, что смежные участки среды связаны между собой. Эта связь может осуществляться различно. В воздухе, твердых телах и внутри жидкостей она обусловлена силами упругости, возникающими вследствие деформации среды при ее колебаниях, а на поверхности воды играют роль сила тяжести и сила поверхностного натяжения. В результате колебание, вызванное каким-либо образом в одном месте, влечет за собой последовательное возникновение колебаний в других местах, все более и более удаленных от первоначального, и возникает так называемая волна.

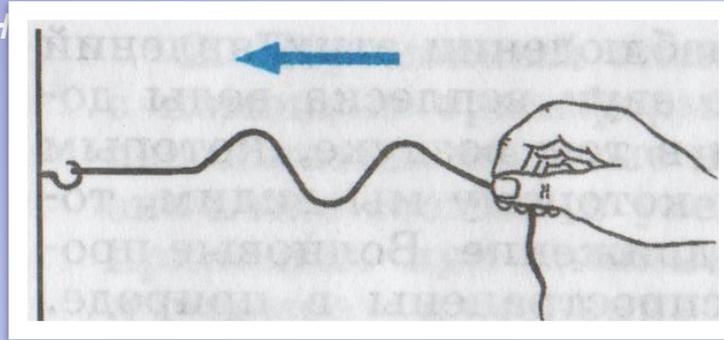
## Особенности волнового движения

Наиболее наглядно главные особенности волнового движения можно увидеть, если рассматривать волны на поверхности воды. Волны – бегущие вперед округлые валы. Расстояние между валами или гребнями примерно одинаковое. Однако если бросить в воду легкий предмет, например спичечный коробок, то он не будет увлекаться волной, а начнет совершать колебания вверх и вниз, оставаясь почти на одном месте.

При распространении волны происходит перемещение определенного состояния колеблющейся среды, но не перенос вещества. Возникшие в одном месте колебания воды передаются соседним участкам и постепенно распространяются во все стороны, вовлекая в колебательное движение все новые и новые частицы среды. Течение же воды не возникает, перемещается лишь форма ее поверхности.

# Поперечные и продольные

**Поперечные волны** – при распространении волны вдоль шнура, отдельные его участки совершают колебания в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны



**Продольные волны** – колебания происходят вдоль направления распространения

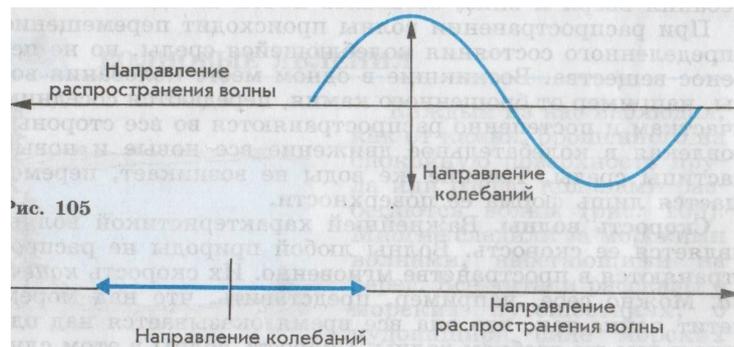
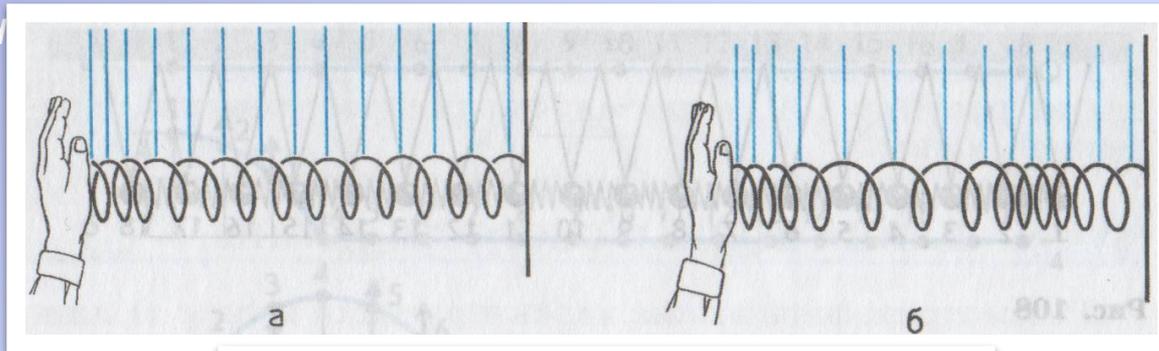


рис. 105

рис. 106

## Поперечные и продольные волны в средах.

В поперечной волне смещение отдельных участков среды происходят в направлении, перпендикулярном распространению волны. При этом возникает упругая деформация, называемая деформацией сдвига. Отдельные слои вещества сдвигаются друг относительно друга. При деформации сдвига в твердом теле возникают силы упругости, стремящиеся вернуть тело в исходное состояние. Именно эти силы вызывают колебания частиц среды.

Сдвиг слоев относительно друг друга в газах и жидкостях не приводит к появлению сил упругости. Поэтому в газах и жидкостях не могут существовать поперечные волны. Поперечные волны возникают в твердых телах.

В продольной волне происходит деформация сжатия. Силы упругости, связанные с этой деформацией, возникают как в твердых телах, так и в жидкостях и газах. Эти силы вызывают колебания отдельных участков среды. Поэтому продольные волны могут распространяться во всех средах. В твердых телах скорость продольных волн больше скорости поперечных волн. Это учитывается для определения расстояния от очага землетрясения до сейсмической станции. Вначале на станции регистрируется продольная волна, так как ее скорость в земной коре больше, чем поперечной. Спустя некоторое время регистрируется поперечная волна, возбуждаемая при землетрясении одновременно с продольной.

# Энергия

## ВОЛНЫ

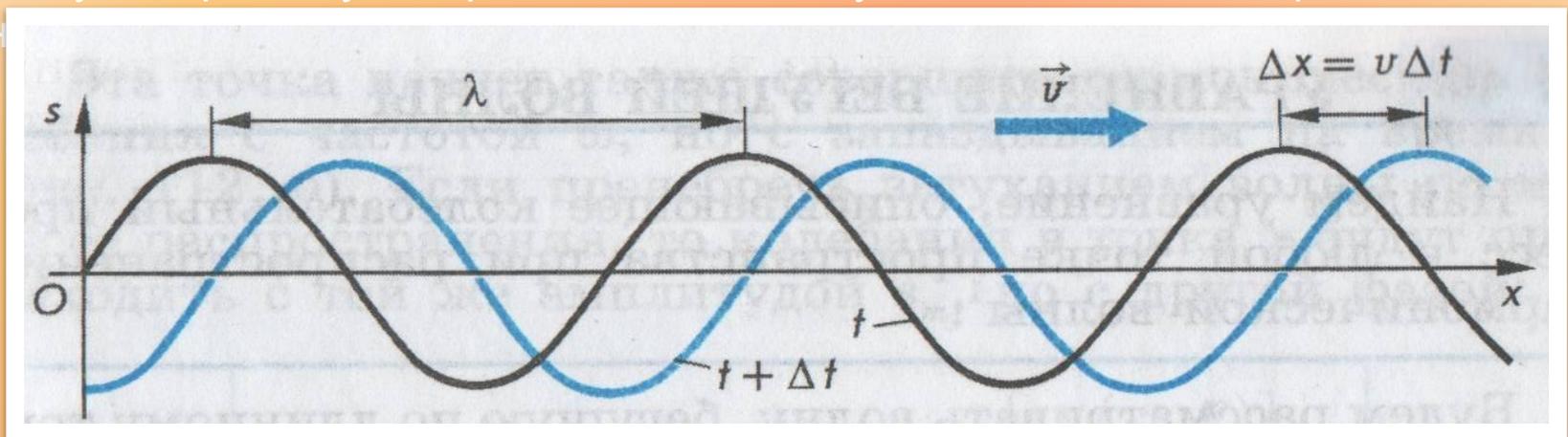
При распространении механической волны движение передается от одного участка тела к другому. С передачей движения связана передача энергии. Основное свойство всех волн независимо от их природы состоит в переносе ими энергии без переноса вещества. Эта энергия поступает от источника, возбуждающего колебания начала шнура, струны и т.д., и распространяется вместе с волной. Через любое поперечное сечение, например шнура, непрерывно течет энергия. Эта энергия складывается из кинетической энергии движения участков шнура и потенциальной энергии его упругой деформации. Постепенное уменьшение амплитуды колебаний при распространении волны связано с превращением части механической энергии во внутреннюю.

При распространении волны в шнуре мы имеем дело с периодичностью двоякого рода.

Во-первых, каждая частица шнура совершает периодические колебания во времени. В случае гармонических колебаний (эти колебания происходят по синусоидальному и косинусоидальному закону) частота и амплитуда колебаний одинаковы во всех точках. Колебания отличаются только фазами.

Во-вторых, в данный момент времени форма волны повторяется в пространстве вдоль шнура через отрезки длиной  $\lambda$ . На рисунке показан профиль волны в определенный момент времени (черная линия). С течением времени вся эта картина перемещается со скоростью  $v$  слева направо.

Спустя промежуток времени  $\Delta t$  волна будет иметь вид, изображенный

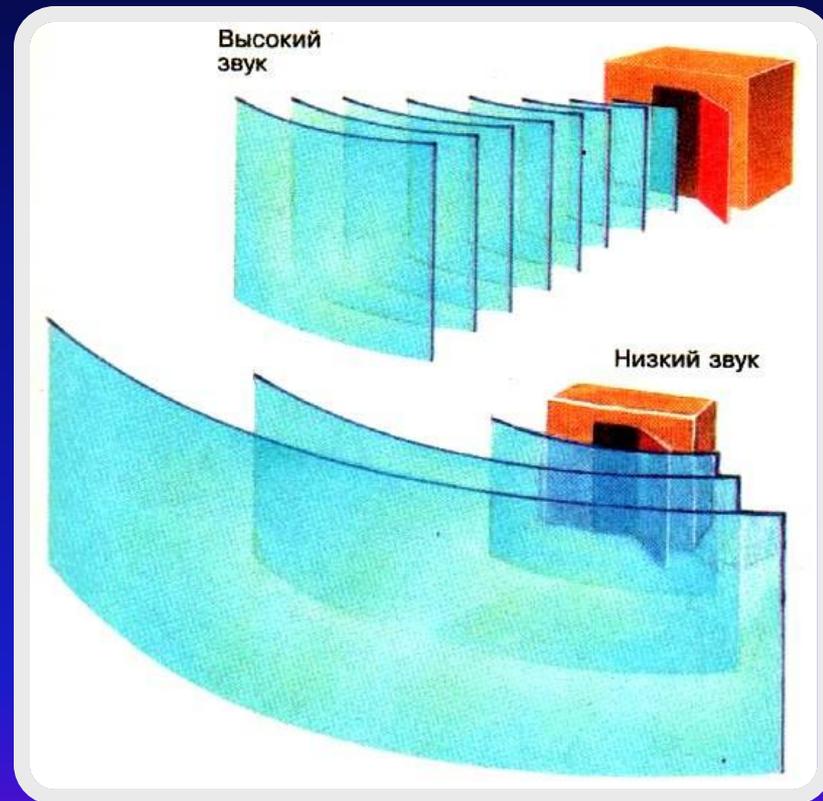


# Звуковые волны

Наше ухо воспринимает в виде звука колебания, частота которых лежит в пределах от 17 до 20 000 Гц. Такие колебания называются акустическими. Акустика – это учение о звуке.

Любое тело (твердое, жидкое или газообразное), колеблющееся со звуковой частотой, создает в окружающей среде звуковую волну.

Хорошо проводит звук воздух, вода, твердые тела. В вакууме звуковые волны распространяться не могут. Плохо проводят звук такие материалы, как войлок, пористые панели, прессованная пробка и т.д. Эти материалы используют для звукоизоляции.



# Скорость звука



Звуковые волны распространяются с конечной скоростью. Свет распространяется со скоростью –  $300\,000\text{ км/с}$ . Поэтому вспышка от выстрела почти мгновенно достигает глаз, а звук выстрела с заметным опозданием. То же самое можно заметить, наблюдая грозу, вспышка молнии предшествует раскату грома. Из-за конечной скорости звука появляется эхо. Эхо – это звуковая волна, отраженная от опушки леса, крутого берега, здания и т. д.

Скорость звука в воздухе при  $0^\circ\text{C}$  равна –  $331\text{ м/с}$ , она не зависит от



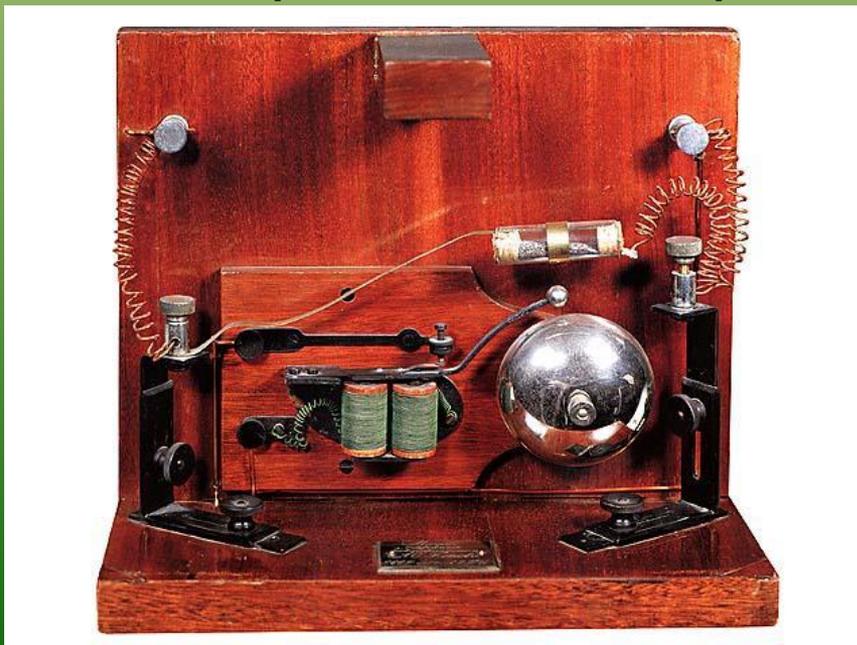
Механические волновые явления имеют огромное значение для повседневной жизни. К этим явлениям относится распространение звуковых колебаний, обусловленное упругостью окружающего нас воздуха. Благодаря упругим волнам мы можем слышать на расстоянии. Круги, разбегающиеся на поверхности воды от брошенного камня, мелкая рябь на поверхности озера и огромные океанские волны — это тоже механические волны, хотя и иного типа. В воздухе могут распространяться не только звуковые волны, но и разрушительные взрывные волны от разрывов снарядов и бомб. Сейсмические станции записывают колебания почвы, вызванные землетрясениями, происходящими за тысячи километров. Это возможно только потому, что от места землетрясения распространяются

# Электромагнитная

## ВОЛНА

Огромную роль играют и волновые явления совершенно иной природы, а именно электромагнитные волны. Эти волны представляют собой передачу из одних мест пространства в другие колебаний электрического и магнитного полей, создаваемых электрическими зарядами и токами. Связь между соседними участками электромагнитного поля обусловлена тем, что всякое изменение электрического поля вызывает появление магнитного поля, и наоборот, всякое изменение магнитного поля создает электрическое поле. Твердая, жидкая или газообразная среда может сильно влиять на распространение электромагнитных волн, но наличие такой среды для этих волн не необходимо. Электромагнитные волны могут распространяться всюду, где может существовать электромагнитное поле, а значит, и в вакууме, т. е. в пространстве, не содержащем атомов.

Скорость распространения электромагнитной волны равна скорости света в вакууме.



**Электромагнитные волны возникают благодаря тому, что переменное электрическое поле порождает переменное магнитное поле. Это переменное магнитное поле, в свою очередь, порождает переменное электрическое поле.**

- Для образования интенсивных электромагнитных волн необходимо создать электромагнитные колебания достаточно высокой частоты.
- Направления колеблющихся векторов напряженности электрического поля перпендикулярны направлению распространения волны.
- Электромагнитные волны излучаются колеблющимися зарядами.
- Наличие ускорения – главное условие излучения электромагнитных волн.

# **Свойства электромагнитных волн:**

- Поглощение электромагнитных волн**
- Отражение электромагнитных волн**
- Преломление электромагнитных волн**
- Поперечность электромагнитных волн**

К явлениям, обусловленным электромагнитными волнами, относится, например, свет. Подобно тому как определенный диапазон частот механических колебаний воспринимается нашим ухом и дает нам ощущение звука, так определенный диапазон частот электромагнитных колебаний воспринимается нашим глазом и дает нам ощущение света.

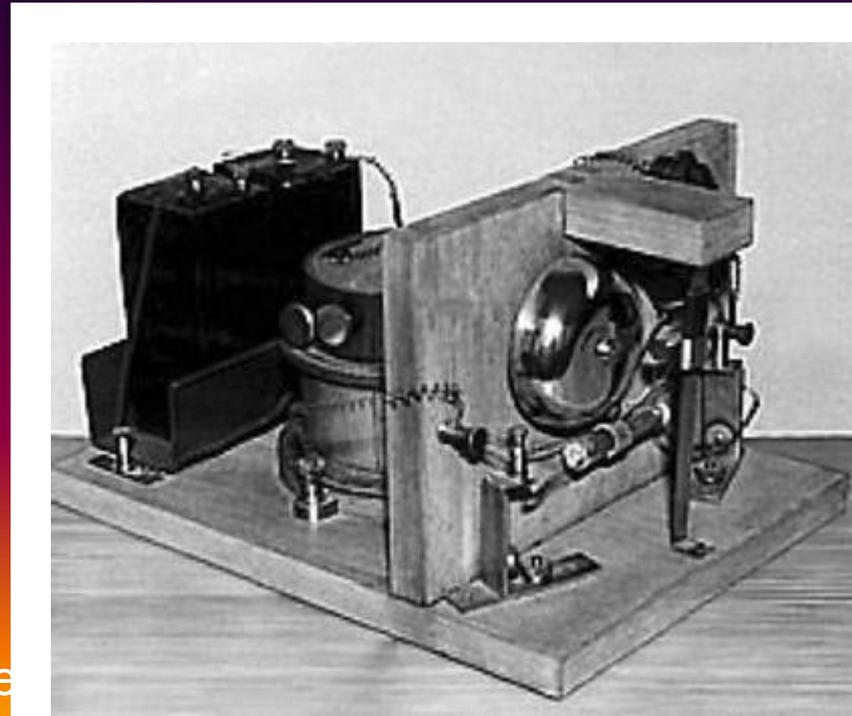
Механические волны не выходят за пределы земной атмосферы; волны же электромагнитные открывают нам широчайшие просторы Вселенной. Световые волны позволяют нам видеть Солнце, звезды и другие небесные тела, отделенные от нас огромными «пустыми» пространствами; с помощью электромагнитных волн весьма разнообразной длины, которые доходят до нас от этих отдаленных тел, мы можем делать важнейшие заключения об устройстве Вселенной.



В 1895 г. русский физик и изобретатель Александр Степанович Попов (1859—1906) открыл новое необозримое поле применения электромагнитных волн. Он изобрел аппаратуру, позволяющую использовать эти волны для передачи сигналов — телеграфирования без проводов. Так родилась беспроводная связь, или радио, благодаря которой получил исключительное практическое и научное значение обширный диапазон электромагнитных волн, значительно более длинных, чем световые.

Хотя современные радиоприемники очень мало напоминают приемник Попова, основные принципы их действия те же, что и в его приборе. Нынешнее развитие этого величайшего изобретения таково, что можно с полным основанием говорить о радио как об одном из чудес современной техники.

В наши дни радио дает возможность не только осуществлять беспроводную телеграфную и телефонную связь между любыми пунктами на земном шаре, но и передавать изображения (телевидение и фототелеграфия), управлять на расстоянии машинами и снарядами (телеуправление), обнаруживать и даже видеть удаленные объекты, которые сами по себе не излучают радиоволн (радиолокация), водить по заданному курсу корабли и самолеты (радионавигация), наблюдать радиоизлучение небесных тел (радиоастрономия) и т. д.



**С помощью электромагнитных волн происходит развитие средств связи:**

**В настоящее время все шире применяются кабельные и радиорелейные линии, повышается уровень автоматизации связи (раньше междугородная телефонная связь осуществлялась по воздушным линиям связи – они не надежные).**

**Успехи в области космической радиосвязи позволили создать новую систему связи, названную «Орбита». В этой системе используется ретрансляционные спутники связи. Спутники связи серии «Молния» запускаются на орбиту, которая составляет о**

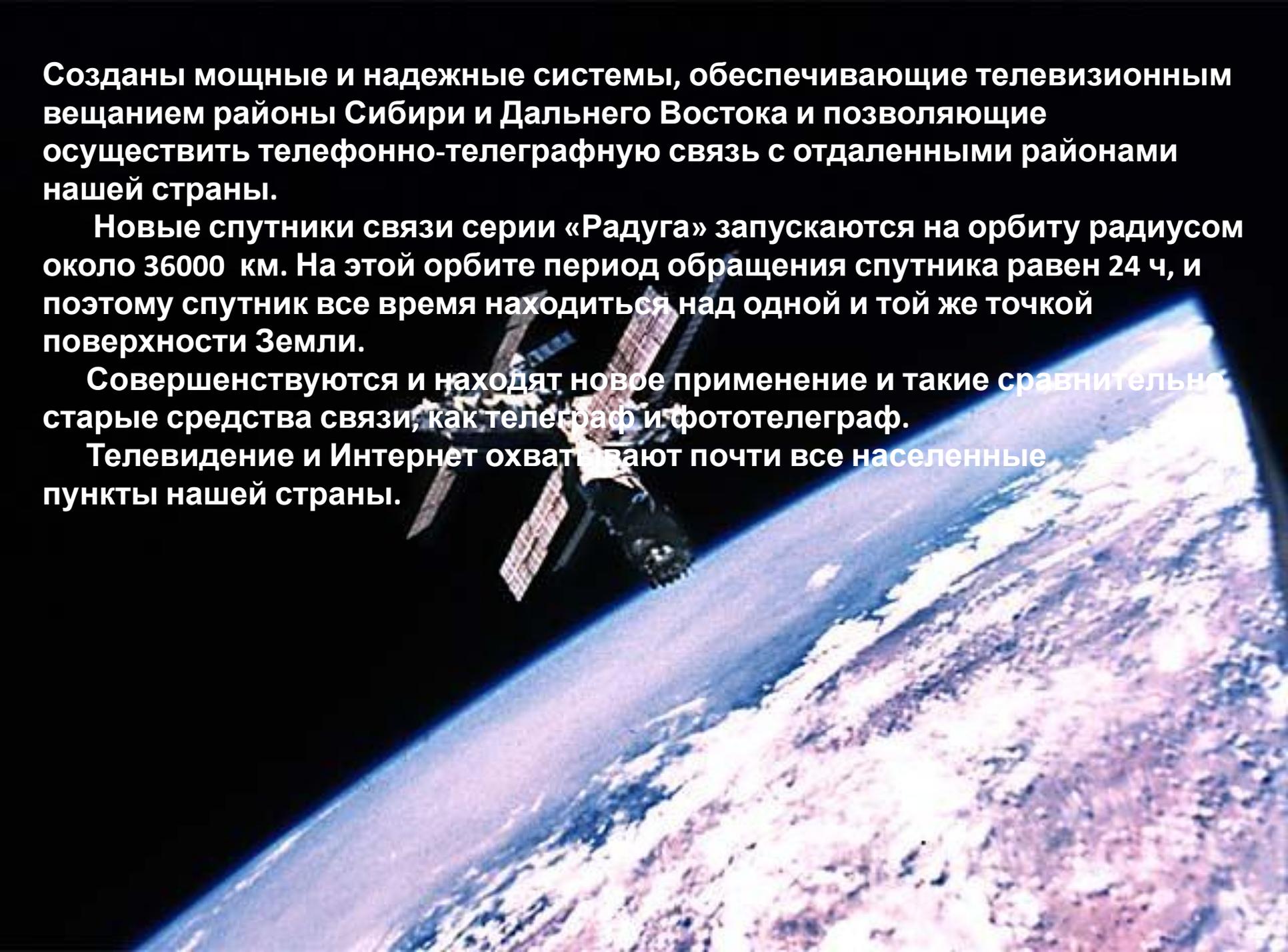


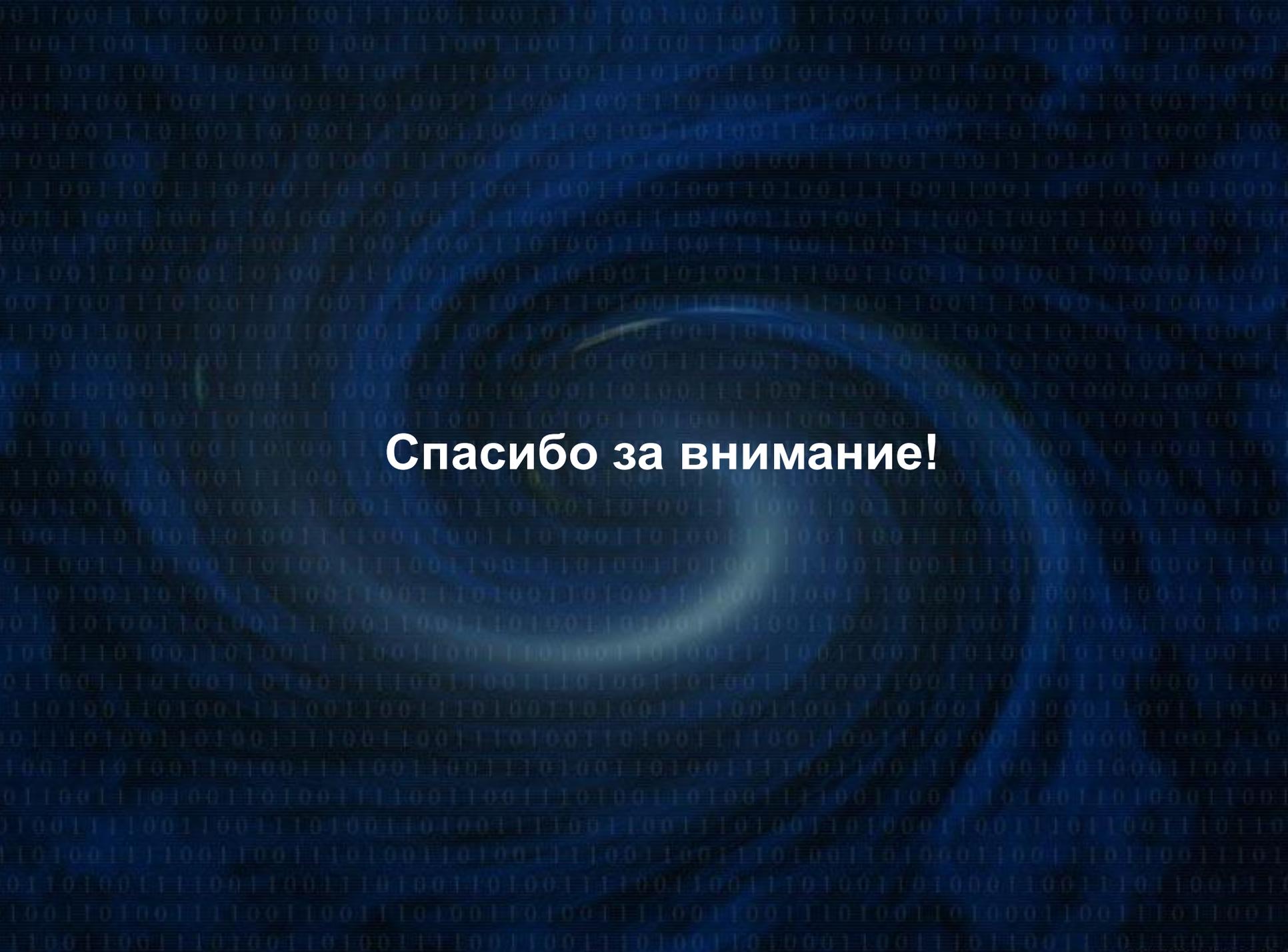
**Созданы мощные и надежные системы, обеспечивающие телевизионным вещанием районы Сибири и Дальнего Востока и позволяющие осуществить телефонно-телеграфную связь с отдаленными районами нашей страны.**

**Новые спутники связи серии «Радуга» запускаются на орбиту радиусом около 36000 км. На этой орбите период обращения спутника равен 24 ч, и поэтому спутник все время находится над одной и той же точкой поверхности Земли.**

**Совершенствуются и находят новое применение и такие сравнительно старые средства связи, как телеграф и фототелеграф.**

**Телевидение и Интернет охватывают почти все населенные пункты нашей страны.**



The background of the slide is a dark blue, textured image of a globe. The globe is centered and shows the outlines of continents. Overlaid on the globe is a pattern of white binary code (0s and 1s) that appears to be floating or falling, creating a digital or data-themed atmosphere. The text is centered horizontally and vertically on the globe.

**Спасибо за внимание!**