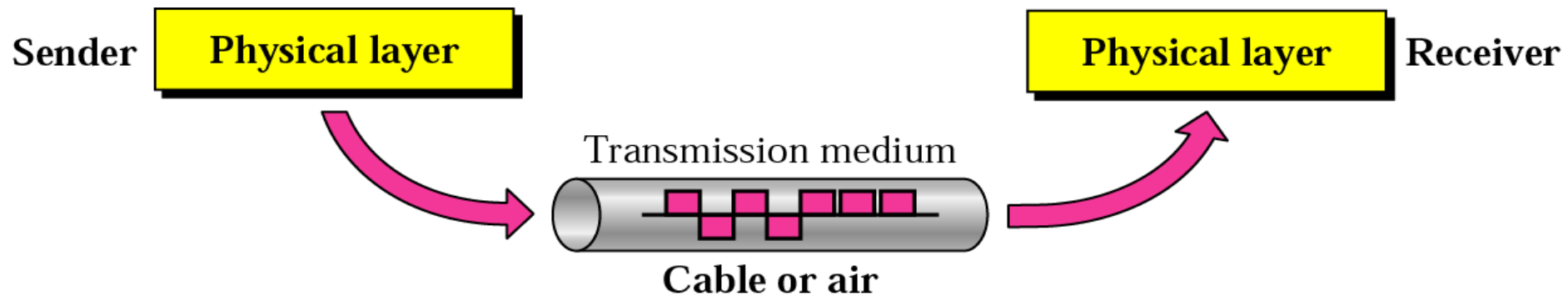


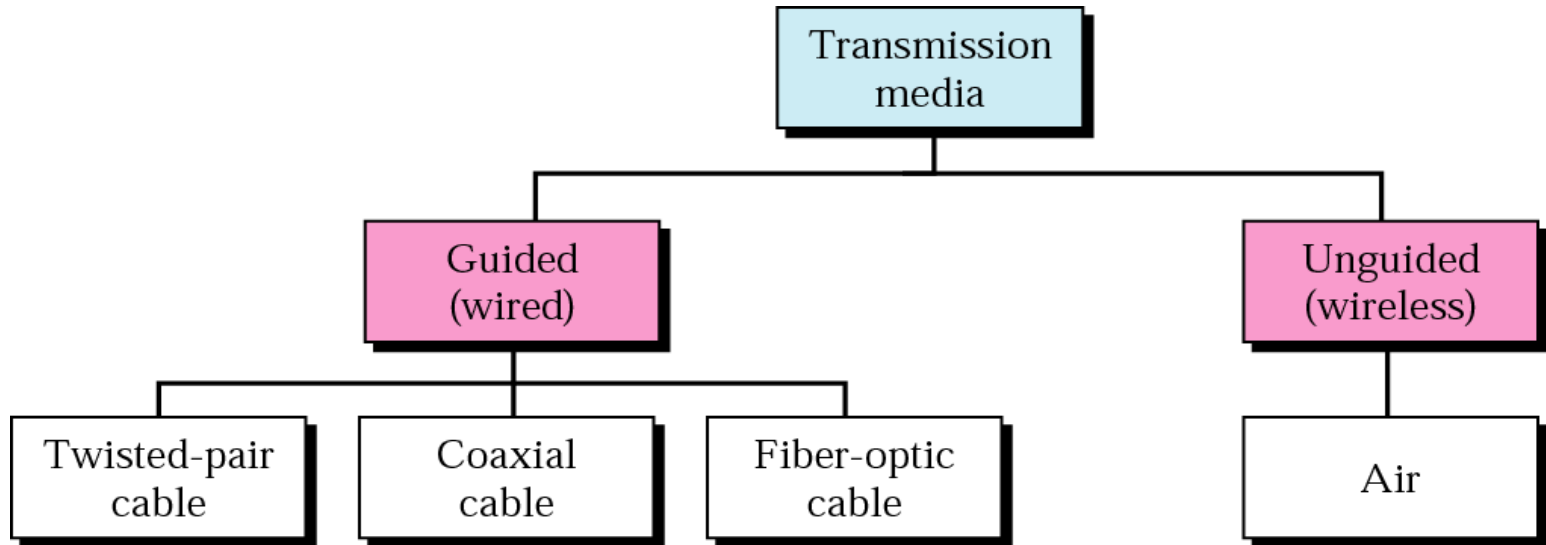
Transmission media  
*Дамжсуулах орчин*

*Лекиц 7*

**Зураг 7.1** *Дамжуулах орчин ба физик түвшин*



## Зураг 7.2 Дамжуулах орчны ангилал



## 7.1 Чиглэлтэй орчин

Twisted-Pair Cable

Coaxial Cable

Fiber-Optic Cable

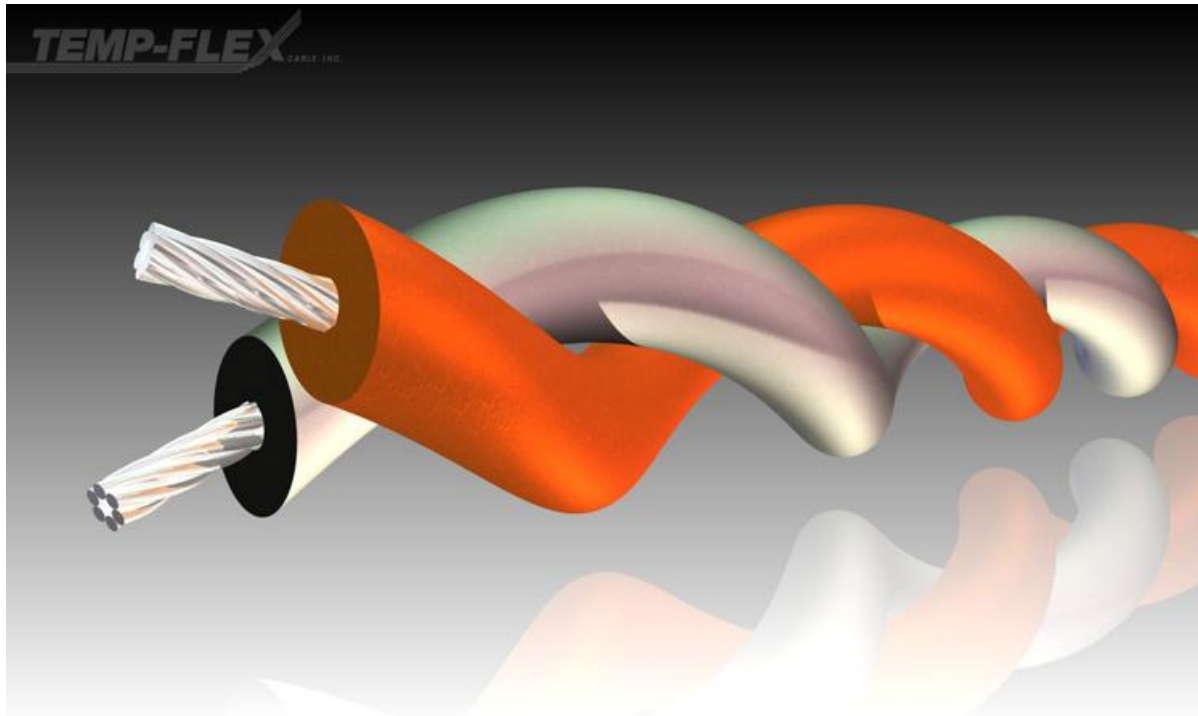
*Twisted-pair*

*кабель*

### Зураг 7.3 *Мушгиа хос кабель - Twisted-pair cable*

**Twisted pair-Тусгаарлагч бүрхүүлтэй, мушгиа хоёр зэс утаснаас бүтнэ. Мушгиа байх учир нь:**

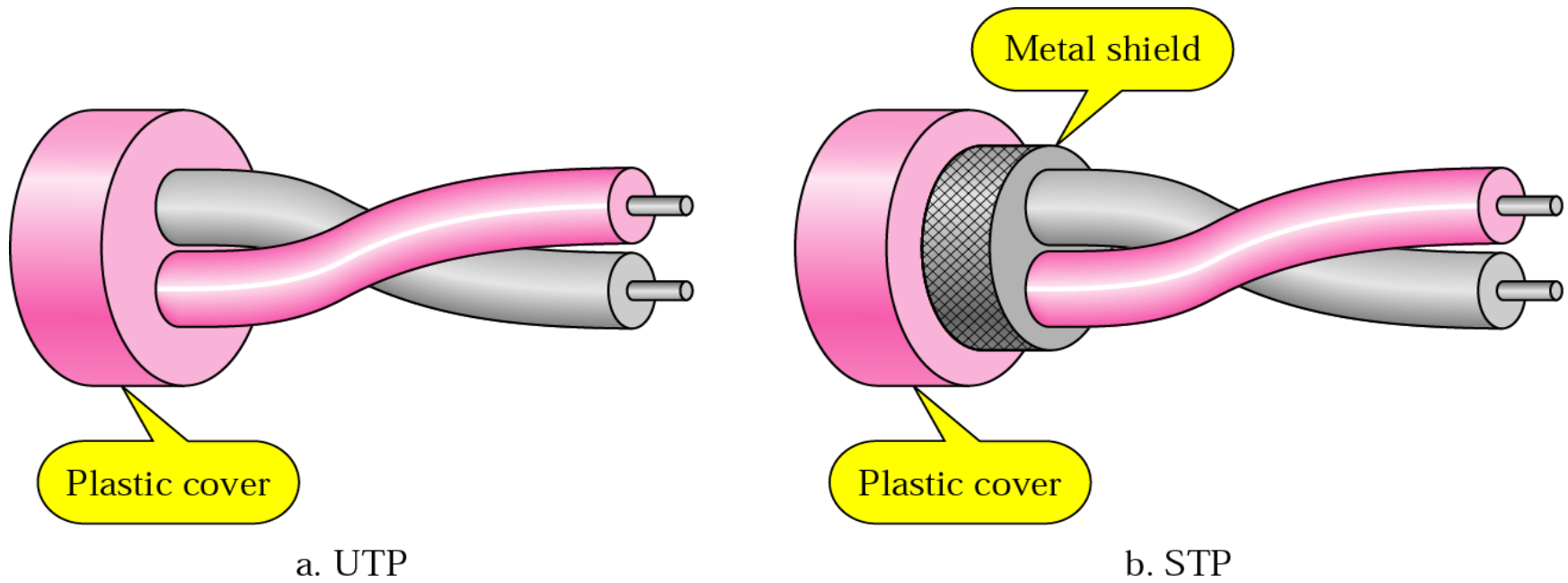
- **Мушгих нь кроссток нөлөөллийг багасгана.**
- **Чанга эрчлэх нь дамжууллыг илүү сайн, найдвартай болгоно**



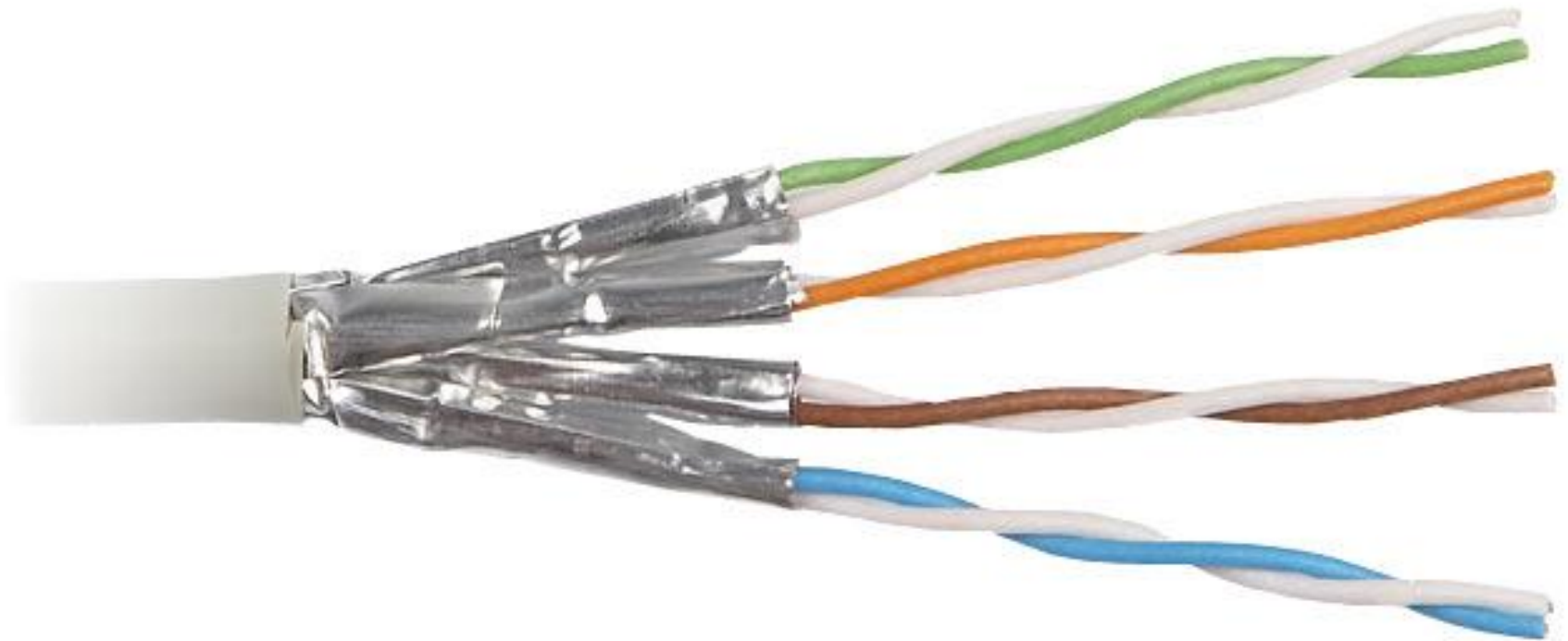
## *Twisted-pair-Сүлжмэл хос кабель*

- Тус бүр нь хуванцар цахилгаан тусгаарлагч материалаар тусгааралагдсан, өөр хоорондоо ороолдсон цэс голтой дамжуулах хэрэгсэл юм. Өгөгдлийн холбоонд төдийгүй телефон сүлжээний дамжуулалд өргөн хэрэглэнэ.
  - UTP-Unsheilded twisted pair-хамгаалалтгүй
  - STP-Sheilded twisted pair-хамгаалалттай

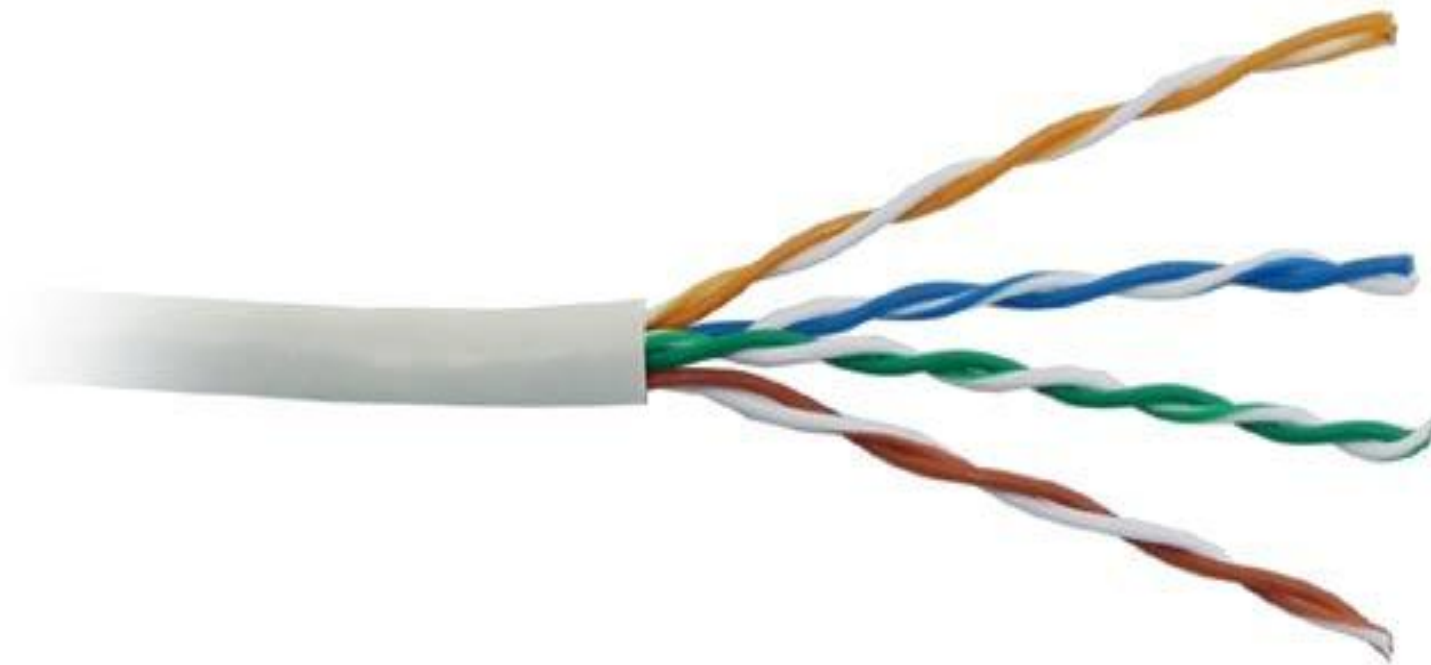
## Зураг 7.4 UTP and STP



# STP-shielded twisted pair



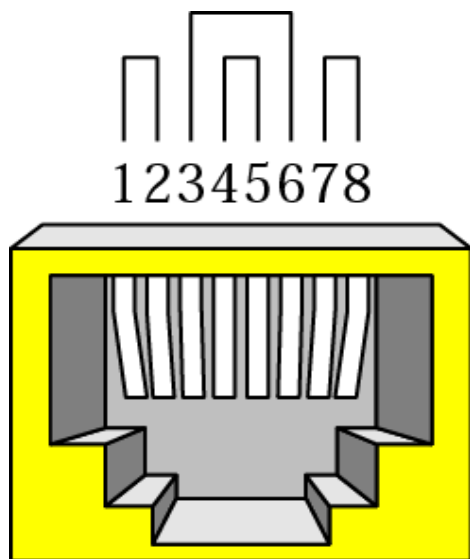
# UTP-Unshielded twisted pair



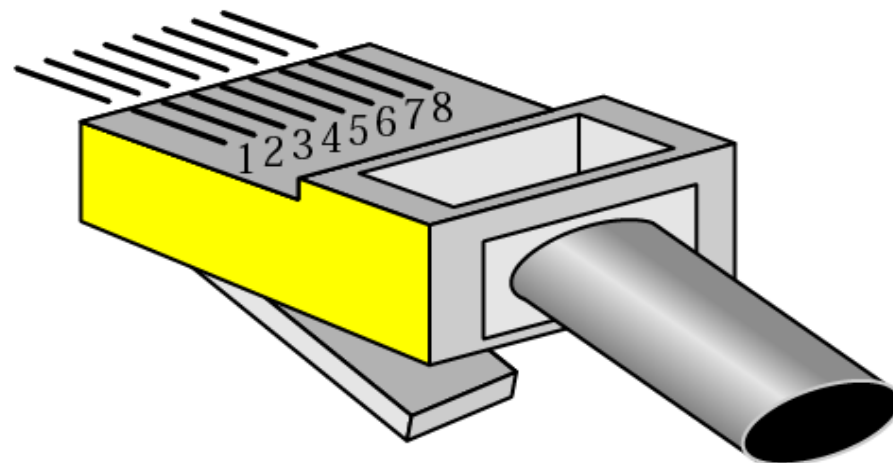
# UTP and STP

- Сүлжмэл хос кабелийн дамжууллын зурвас 100гц-5Мгц-ын хооронд байдаг.
- Холболтын хамгийн хол зай нь 100м байх ба RJ45 холбогчоор сүлжээний төхөөрөмжүүдтэй холбогдоно.
- Хэрэглэгдэх хүрээгээр нь 5 бүлэгт хуваадаг

Зураг 7.5 UTP коннектор



RJ-45 Female



RJ-45 Male

## *Хүснэгт 7.1 Unshielded twisted-pair (UTP) кабелийн ангилал*

<b>Ангилал</b>	<b>Bandwidth</b>	<b>Data Rate</b>	<b>Digital/Analog</b>	<b>Хэрэглээ</b>
<b>1</b>	very low	< 100 kbps	Analog	Telephone
<b>2</b>	< 2 MHz	2 Mbps	Analog/digital	T-1 lines
<b>3</b>	16 MHz	10 Mbps	Digital	LANs
<b>4</b>	20 MHz	20 Mbps	Digital	LANs
<b>5</b>	100 MHz	100 Mbps	Digital	LANs
<b>6 (draft)</b>	200 MHz	200 Mbps	Digital	LANs
<b>7 (draft)</b>	600 MHz	600 Mbps	Digital	LANs

# UTP:

## Давуу тал:

- Бүх төрлийн кабелиас хямд үнэтэй.
- Овор хэмжээ бага.
- Утас тавих арга нь телефоны кабель тавихтай адил. Шаардагдах хүчин чадлыг нь судлахад хялбар.

## Сул тал:

- Давхар хамгаалалтгүй учир гадны нөлөөнд өртөмтгий
- Хол зайд дохио дамжуулах боломжгүй
- UTP кабелийн ажиллах давтамжийн зурвас нь 100Мб/сек-ээр хязгаарлагддаг. Үүний аз туршилтыг урьдчилан хэлэхэд хэцүү.
- Нимгэн кабель нь эвдрэлд амархан өрттөг эмзэг.

# STP:

## Давуу тал:

- Суурилуулалт хийхэд хялбар
- EMI эсэргүүцэх чадвар , STP цахилгаан соронзон эсэргүүцэл өндөр мэдрэмжгүй.
- STP кабель нь өргөн давтамжийн зурваст ажиллах боломжтой.
- бөх бат чанартай
- мөн ерөнхий дамжуулагчийнхаа хүчин чадлыг даахаар хийгдсэн.
- Эдийн засгийн хувьд үр ашигтай
- Хурд тохиромжтой
- Телефоны хэлхээнд ашиглана

## Сул тал:

- STP кабель нь бүхэлдээ EMI-г мэдрэмтгий биш бөгөөд гадны шумнаас зайлсхийх шаардлагатай.
- STP хэмжээний хувьд том.

*Coaxial кабель*

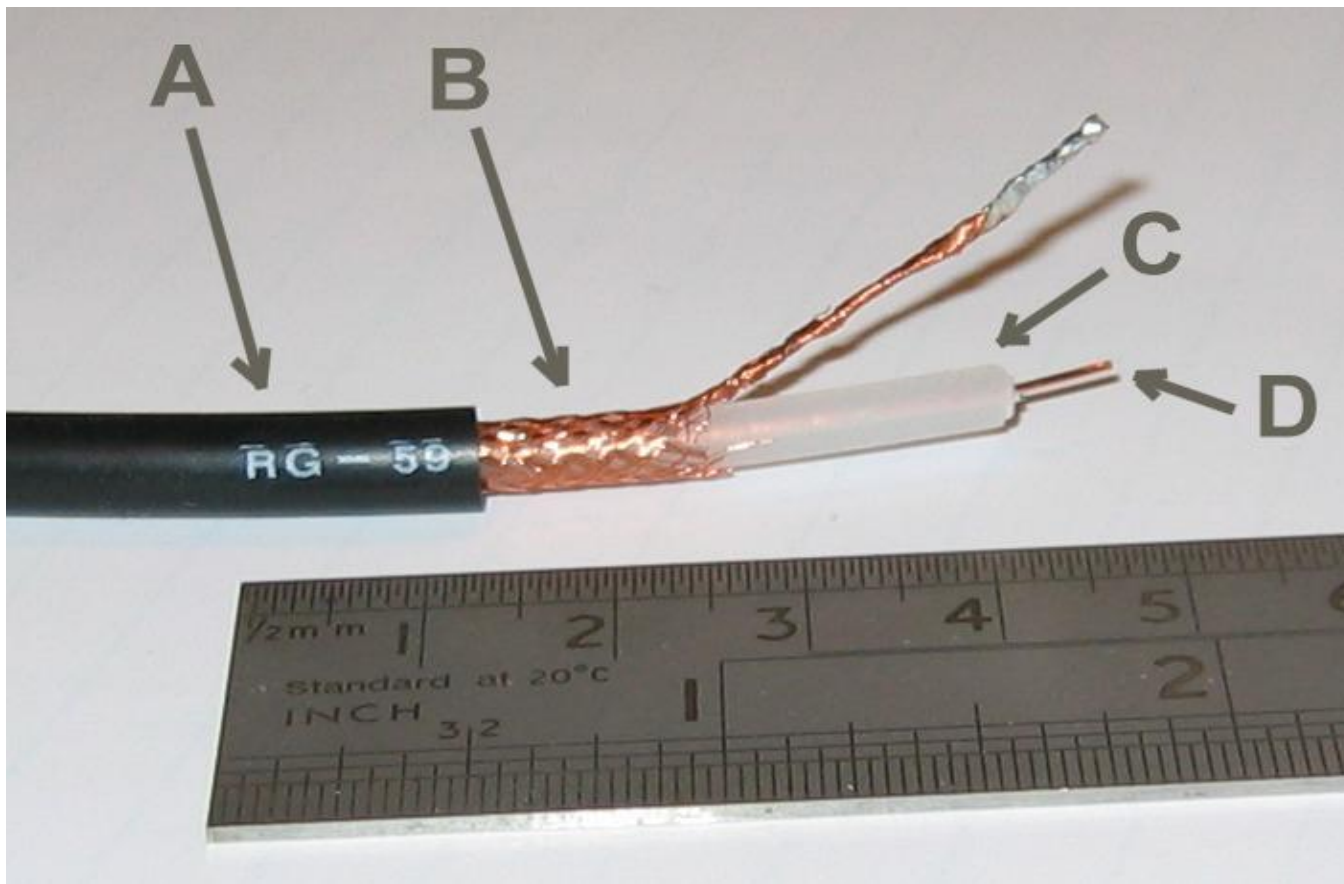
# Түүх

- 1929 онд Анхны одоогийн коаксиаль кабелийг AT&T's Bell Telephone лабораторид Lloyd Espenschied, Herman Affel нар патентийн эрхийг нь авсан ба 1936 онд Германд болсон зуны олимпийг closed circuit transmission of TV буюу CCTV-гээр анх коаксиаль кабелийг ашиглан дамжуулсан.
- Мөн онд AT&T New York болон Philadelphia-ийн хооронд телевиз болон утсыг коаксиаль кабелиар холбосон.
- Мөн General Post Office буюу одоогийн BT групп Лондон болон Birmingham-ийг хөндлөн 40 сувагтай коаксиаль кабелиар, 1956 онд анх Атлантын далайг хөндлөн коаксиаль кабелиар тус тус холбосон гэх мэт сонирхолтой түүхүүд бий.

# *Coaxial кабель*

- Coaxial кабель нь илүү өндөр давтамжаар дохиог зөөдөг учир аналог технологитой цахилгаан холбооны системд нам давтамжийн телефон яриаг магистраль coaxial шугамаар дамжуулахдаа давтамжийн нягтруулгын аргаар өндөр давтамжид зөөж дамжуулна.
- Гол дамжуулагч утас нь тусгаарлагч материалаар хамгаалагдаж бусад нь түүнийг сүлжих маягаар ороогдон хийгдсэн ба жирийн утасны кабелийг бодвол илүү үнэтэй боловч их хэмжээний мэдээллийг өндөр хурдаар дамжуулдаг байна.
- Түүний өгөгдөл дамжуулах хурд нь 10-100 Mb/per sec байдаг. Үнэ өртөг багатай. Нэг сегментийн урт нь 185м.

## Зураг 7.7 Соaxial кабель



- a. Гадна талын бүрхүүл
- b. Тор хэлбэрийн уян металл хамгаалах бүрхүүл
- c. Пластмасан тусгаарлагч
- d. Дохио дамжуулах зэс

# АНГИЛАЛ:

(Thin coaxial cable)-Нарийн

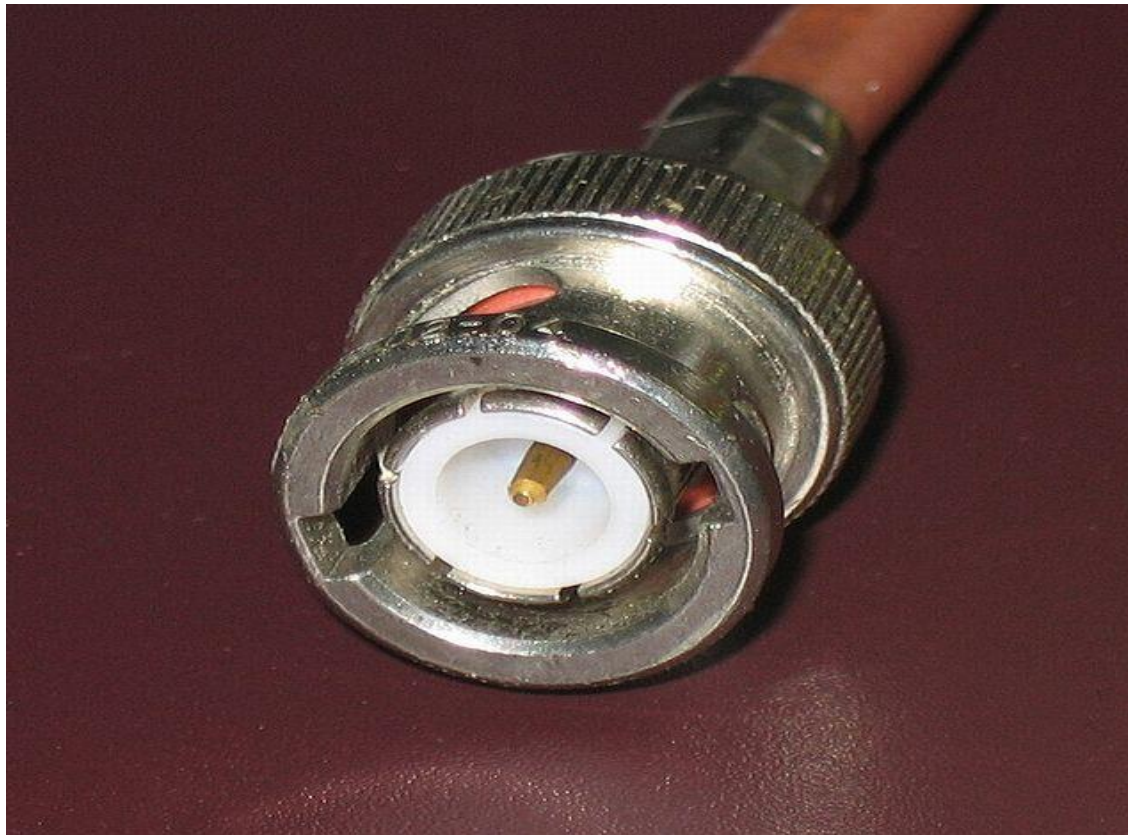
(Thick coaxial cable)-Бүдүүн

# (Thin coaxial cable)-Нарийн

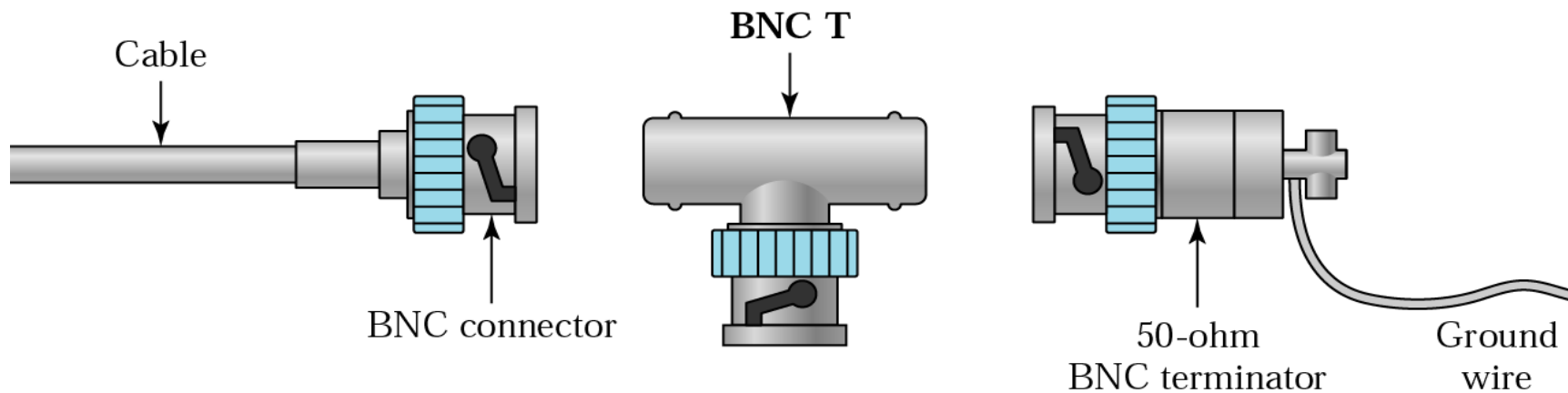
- Энэ кабель нь 0.25 инчийн диаметртэй байдаг. Дохиог 185м хол зайд ямар нэгэн гэмтэлгүй дамжуулна. Дэлхий нийтэд өргөн тархсан кабель нь RG 58 юм. Энэ нь дотроо хэд хэдэн төрөлтэй Үүнд:
  - RG 58/U–хатуу зэс голтой кабель.
  - RG 58 A/U–багцалсан металл голтой кабель.
  - RG 58 C/U–цэрэг, дайны зориулалттай кабель
  - RG-59 өргөн зурвасын дамжуулалтанд ашигладаг/кабелийн телевизэд/
  - RG-6 RG-59-г бодвол илүү өргөн диаметртэй, өндөр давтамжтай сигнал дамжуулдаг.
  - RG-62 ARCnet сүлжээнд ашиглагддаг.

Нарийн коаксиаль кабелийг ашиглах үед BNC (British navalconnector) ашигладаг.

- BNC коннектор (кабелийн үзүүрт хавчих эсвэл гагнадаг)
- BNC-T коннектор (кабелийг сүлжээний картанд холбодог)
- BNC баррел коннектор (2 кабелийг хооронд нь холбодог)
- BNC терминатор (салаа топологитой сүлжээнд кабелийн сегментийг хаах зориулалттай)



# Зураг 7.8 BNC коннектор



## (Thick coaxial cable)-Бүдүүн.

- Энэхүү кабель нь 1 см диаметртэй, ихэвчлэн шар өнгийн бүрээстэй байдаг. Нэг сегментийн урт нь 500м, хатуу зэсэн голтой ба Ethernet технологиор хийгдсэн сүлжээнд өргөн ашиглагддаг. Бүдүүн коаксиаль кабелийг бусад төхөөрөмжүүдтэй холбогч коннектор нь **Transceiver** коннектор юм.

*Хүснэгт 7.2 Coaxial кабелийг зэс дамжуулагчийн бүтэц, хэмжээ, хамгаалах бүрээс зэргээс нь хамааруулаад хэд хэдэн төрөлд хуваана.*

Төрөл	Эсэргүүцэл	Хэрэглээ
<b>RG-59</b>	75 $\Omega$	Cable TV
<b>RG-58</b>	50 $\Omega$	Thin Ethernet
<b>RG-11</b>	50 $\Omega$	Thick Ethernet

**RG-6/U ,RG-6/UQ ,RG-7 ,RG-8/U ,RG-8X ,RG-9/U ,RG-11/U ,RG-56/U ,RG-58/U ,RG-59/U ,3C-2V ,5C-2V ,RG-60/U ,RG-62/U ,RG-62A ,RG-142 ,RG-174/U ,RG-178/U ,RG-179/U ,RG-180B/U ,RG-188A/U ,RG-213/U ,RG-214/U ,RG-218 ,RG-223/U ,RG-316/U ,RG-400/U**

**H155 ,H500 ,LMR-100 ,LMR-195 ,LMR-200 ,HDF-200 ,CFD-200 ,LMR-240 ,LMR-400 ,HDF-400 ,CFD-400 ,LMR-600 ,LMR-900 ,LMR-1200 ,LMR-1700 ,QR-320 зөвхөн коаксиаль**

**кабелийн хувьд ийм олон ангилагддаг. Эдгээрийн талаар дэлгэрэнгүй үзэх бол**

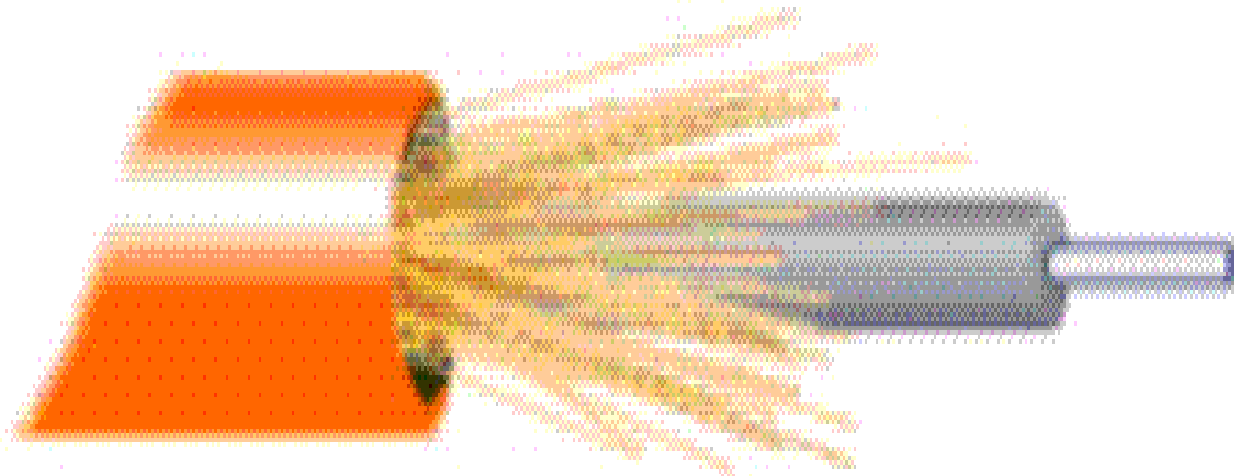
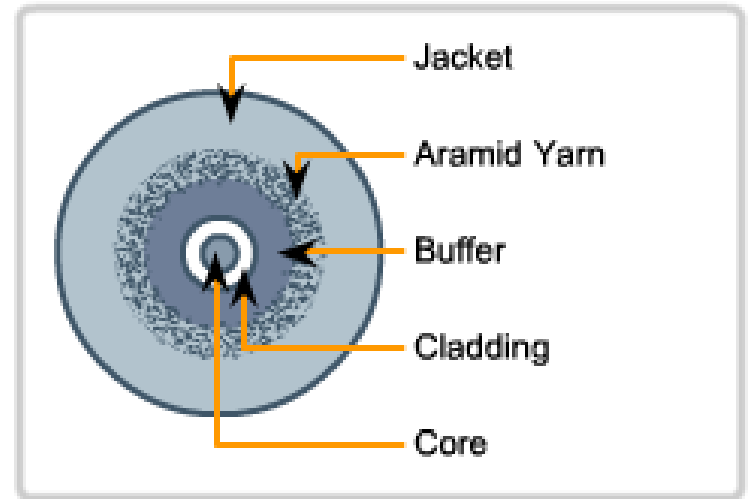
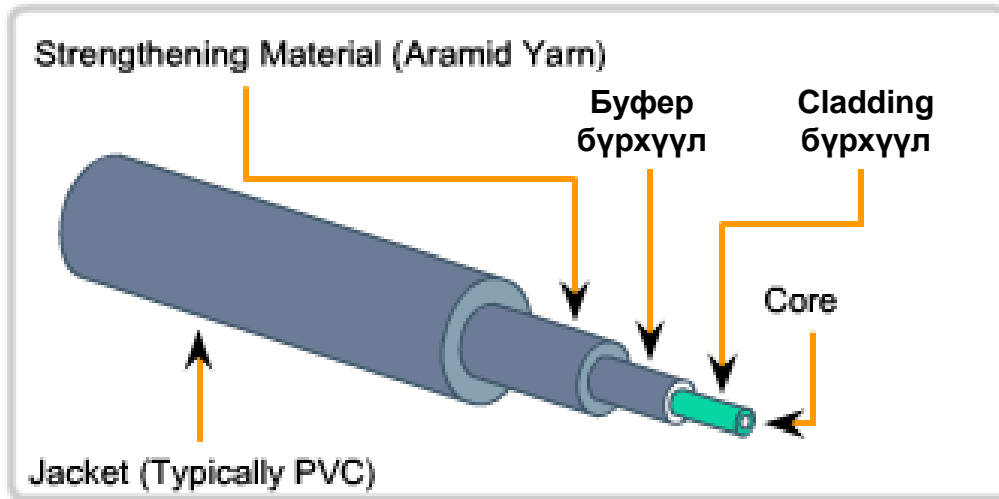
**[http://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial\\_cable](http://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial_cable) холбоосоор орж сонирхоно уу.**

*Шилэн кабель*

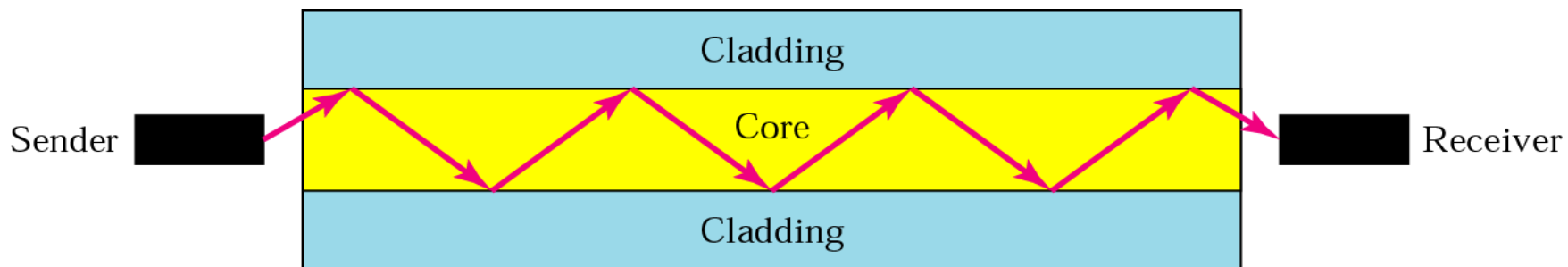
# Шилэн кабель

- Энэ нь 800-1550нм долгионы уртад гэрлийн дохиог хамгийн бага унтралттайгаар дамжуулдаг, тусгаарлагч, нэг төрлийн долгион хөтлүүр юм.Ө.х шилэн кабелиар цахилгаан дохиог гэрлийн долгионы хэлбэрт хувиргаж дамжуулна.
- 10-15нм диаметртэй
- Шилжилтийн шуугиан болон нөлөөллөөс сайн хамгаалагдсан-цахилгаан соронзон нөлөөлөл, радио давтамжийн нөлөөлөлд өртөдгүй.
- Дохионы нууцлалт сайн-дамжсан гэрэл их хэмжээгээр сарнидаггүй учир дохионы нууцлал өндөр
- Дамжуулах алдагдал бага-1550нм долгионы уртад 0,2дб/км хамгийн бага унтралт үзүүлнэ.
- Уян хатан шинж чанар-маш өндөр хүчний элементээр хийгддэг учир бага радиустай нугалж, тахийлгаж гэмтээлгүйгээр эвхэх боломжтой.

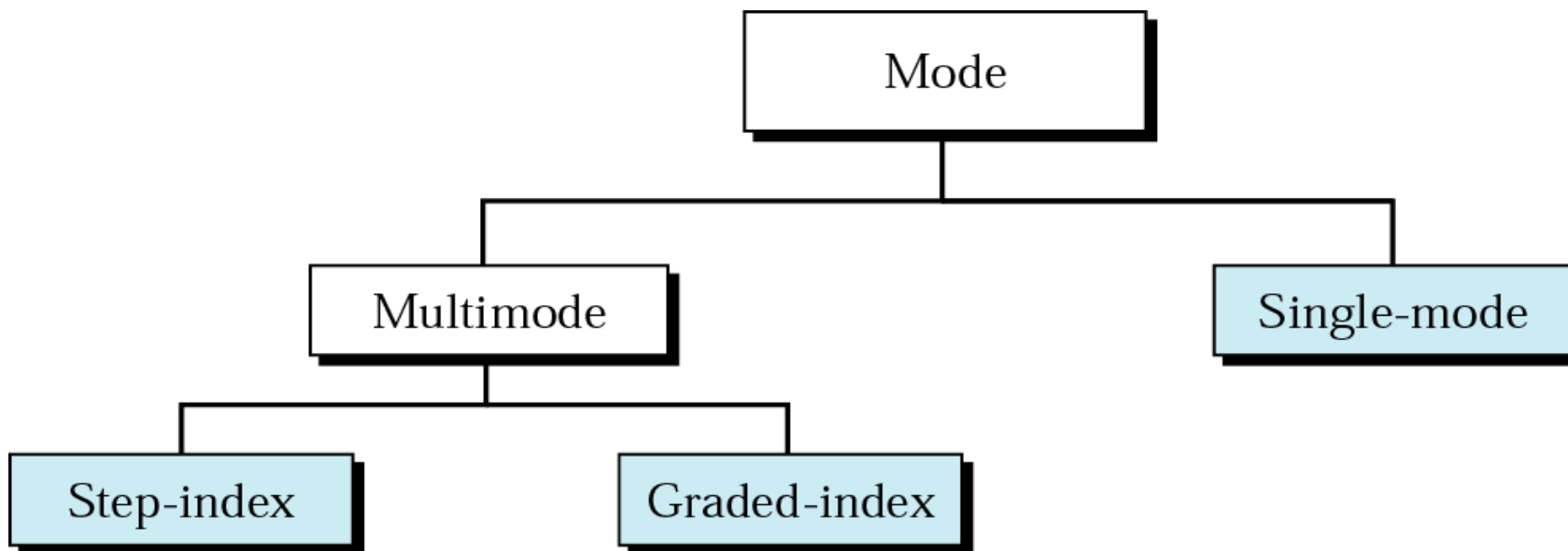
## Зураг 7.9 Шилэн кабелийн бүтэц



Зураг 7.11 Шилэн кабель



Зураг 7.12 Дохио дамжуулах хэлбэр



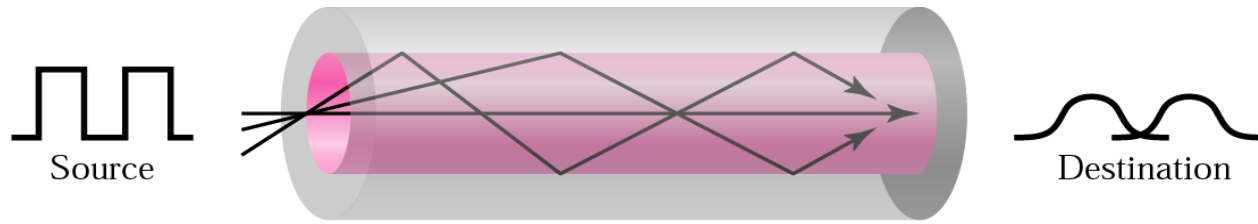
# Step index-шаталсан

- Цөмийн хугарлын илтгэгч нь тогтмол хучаасын хугарлын илтгэгч нь ялимгүй бага шилэн кабелийг шаталсан шилэн кабель гэнэ. Учир нь энэ төрлийн шилэн кабелийн хугарлын илтгэгчийн профиль нь цөм болон хучаасын зааг дээр огцом шилжилт хийдэг

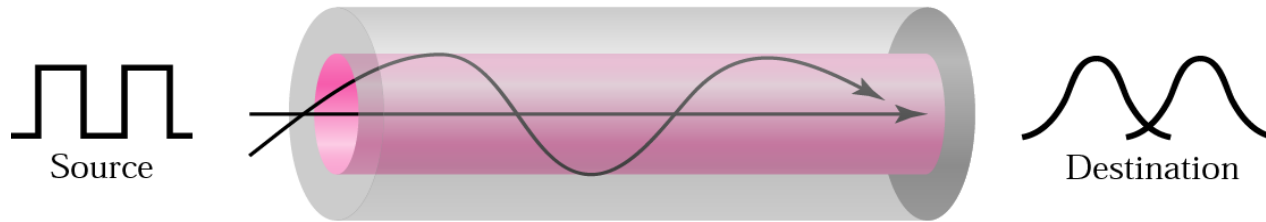
# Graded index

- Энэ төрлийн шилэн кабелиудын хувьд цөмийн хугарлын илтгэгч нь тогтмол биш ба цөмийн төвийн хамгийн их утгаас тогтмол утга руу буурдаг. Голч цацраг нь шилэн кабелиар дамжихдаа тойрог дугуй үүсгэн тархдаг байна. Цөмийн төвөөс хугарлын илтгэгч нь аажмаар багасч байгаа учир туяаны олон тооны хугарлыг үүсгэдэг.

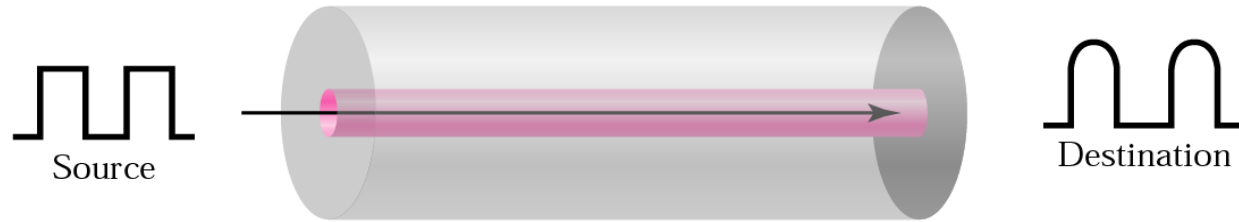
# Зураг 7.13 Mode



a. Multimode, step-index



b. Multimode, graded-index

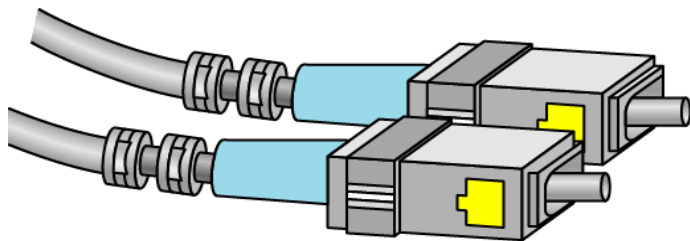


c. Single-mode

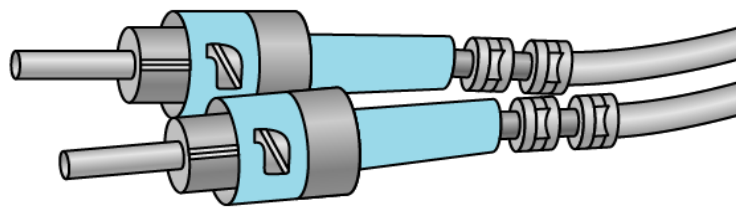
*Хүснэгт 7.3 Шилэн кабелийн хамгийн бага дисперс,  
унтралттай дамжуулах дамжууллын төрөл*

<b>Төрөл</b>	<b>Core</b>	<b>Cladding</b>	<b>Mode</b>
<b>50/125</b>	50	125	Multimode, graded-index
<b>62.5/125</b>	62.5	125	Multimode, graded-index
<b>100/125</b>	100	125	Multimode, graded-index
<b>7/125</b>	7	125	Single-mode

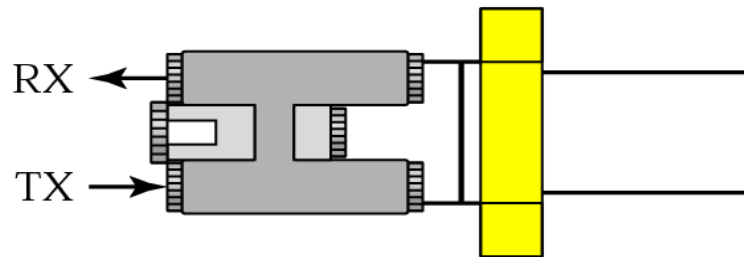
Зураг 7.15 *Fiber-optic* кабелийн коннектор



SC connector



ST connector



MT-RJ connector

# Долгионы урт

- Шилэн кабелийн хувьд хамгийн чухал параметрээр долгионы уртыг авч үздэг. Нэгж нь [микрометр]

- С-тархалтын хурд

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- F-давтамж

Гэрлийн хурд:

$$v = \frac{c}{n}$$

n-шилэн зүрхэвчний цөмийн хугарлын илтгэгч

Дохионы давтамж ба үе урвуу хамааралтай гэдгээс..

$$T = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{c/\lambda} \rightarrow T = \frac{\lambda}{c} \rightarrow \lambda = c \cdot T$$

## 7.2 Чиглэлгүй орчин: Wireless

**Радио долгион**

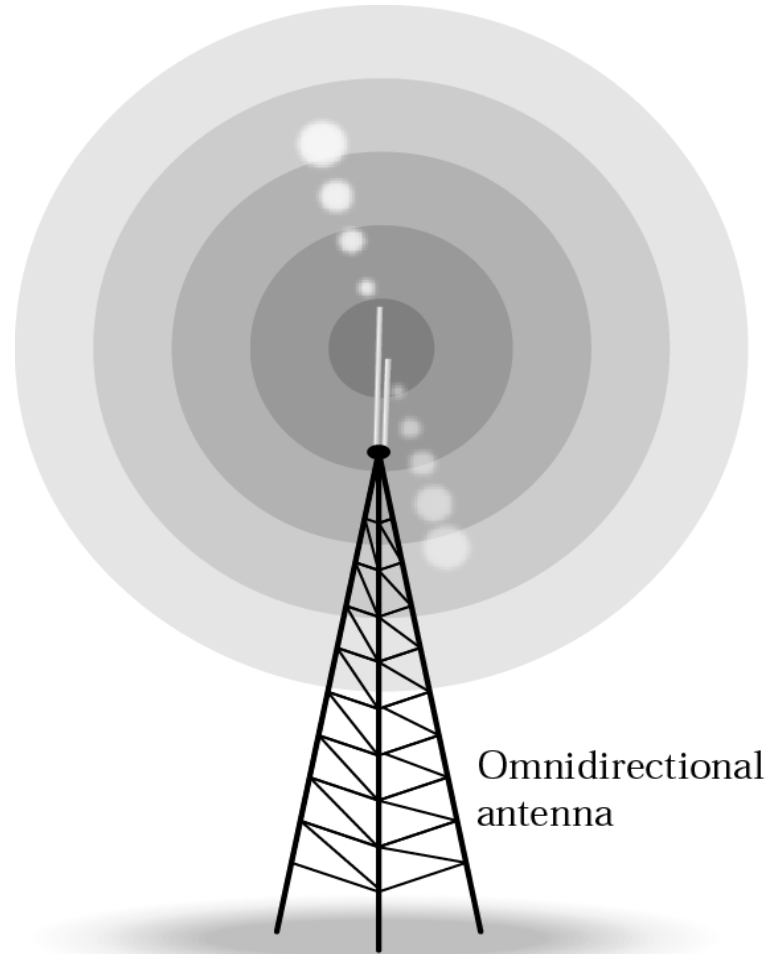
**Бичил долгион**

**Хэт ягаан туяа**

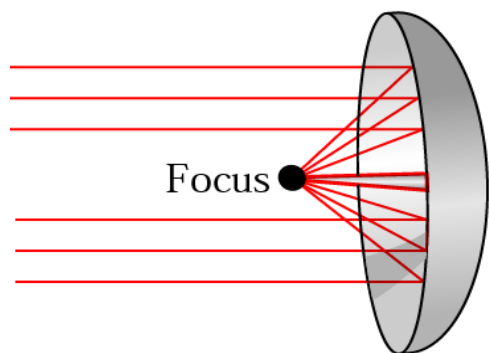
## Чиглүүлэлгүй дамжуулах систем

- Чиглүүлэлгүй дамжуулах системд радио долгионыг нэрлэж болно. Радио долгион ашиглаж буй холбоог утасгүй холбоо гэнэ. Утасгүй холбоогоор дамжиж буй дохиог хүлээн авах төхөөрөмж нь антенн юм.
- Радио долгион тархаж буй давтамжийн зурвасыг радио зурвас гэнэ.

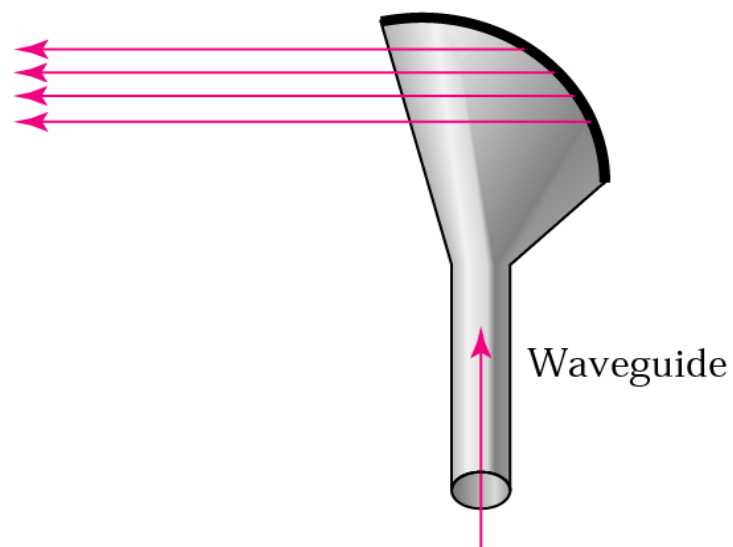
## Зураг 7.20 *Omnidirectional antennas*



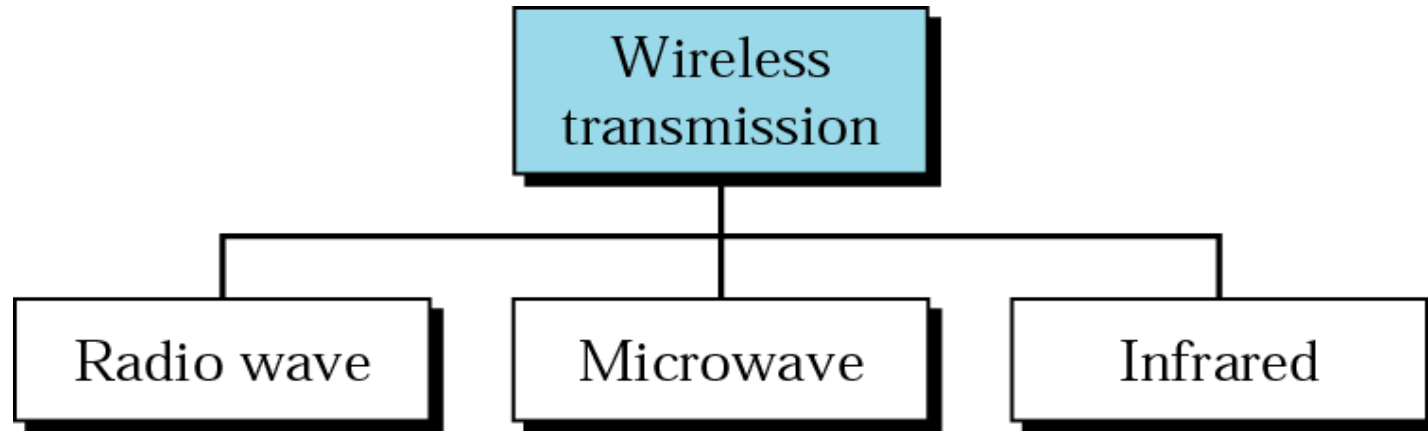
Зураг 7.21 *Нэг чиглэлтэй антенн - Unidirectional antennas*



a. Dish antenna



b. Horn antenna



*Радио долгион нь Multicast  
сүлжээнд хэрэглэгдэнэ.  
Радио, Телевиз гэх мэт*

*Бичил долгион нь Unicast  
сүлжээнд хэрэглэгдэнэ.  
үүрэн холбоо, satellite network,  
wireless LAN гэх мэт.*

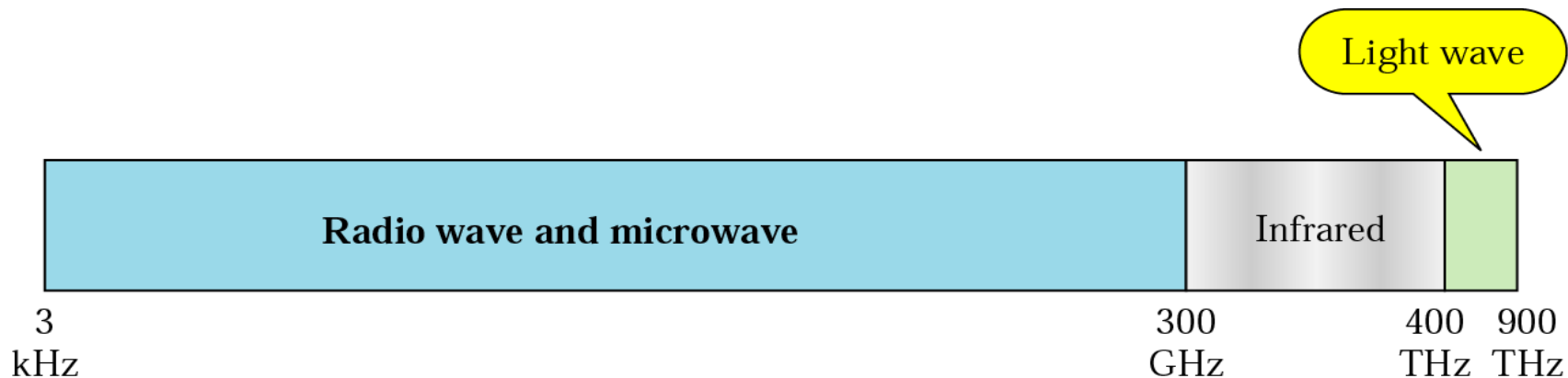
*Хэт улаан туяаны долгион нь алсын зайн хиймэл дагуулын холбоо, утасгүй холбооны системд хэрэглэгдэнэ.*

**Хэт улаан туяа** буюу **IR туяа** нь 0.7-300 мкм долгионы урттай, ойролцоогоор 1-430 Тгц давтамж бүхий цахилгаан соронзон долгион юм.

*Infrared* нэрийн утга нь "улаанаас доор" (*infra* гэж латинаар "доор")

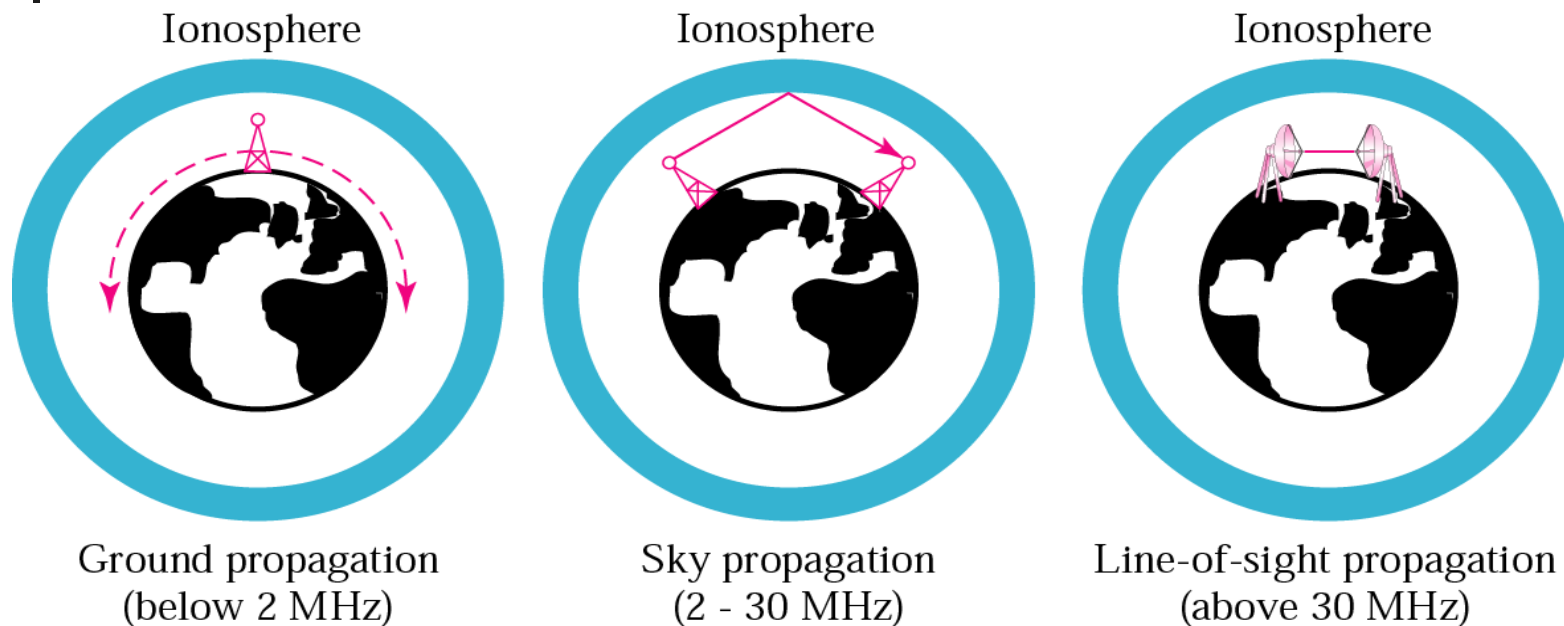
- Хэт улаан туяаны зургийг цэргийн ба иргэний зориулалтаар өргөнөөр ашигладаг.
  - Цэргийн хэрэглээнд байг илрүүлэх, шөнө харах, эргүүл хийх гэх мэт
  - Иргэний хэрэглээнд дулааны нөлөөний анализ, температур мэдрэгчийг удирдах, богино зайд утасгүй холболт хийх, цаг агаарыг урьдчилан тандахад ашиглагдана.
- Хэт улаан туяаны астраноми нь мэдрэгчээр тоноглогдсон дуран авайгаар огторгуйн уудмыг шинжлэн судалдаг. Жишээ нь молекулын үүл, гаригууд, сансрын тоосонцор зэргийг судална.

## Зураг 7.17 Цахилгаан соронзон спектрийн хуваарилалт



- 3кгц-300кгц-/Low frequency-LF/нам радио зурвас гэх бөгөөд усан доогуурхи холбоо, урт долгионы радио холбоо, гэрлийн дохионы холбоо, онгоцны байрлал тодорхойлох холбоо зэргийг зохион байгуулахад ашиглана.
- 300ггц-400тгц-/Extremely high frequency-EHF/ хэт өндөр ультра туяаны орон зай гэх бөгөөд хиймэл дагуулын холбоо, радарын холбоо, туршилт, судалгаа шинжилгээний чиглэлээр холбоог зохион байгуулна.
- 400тгц-900тгц-гэрлийн долгионы орон зай гэх бөгөөд утасгүй сүлжээний технологид ашиглана.

## Зураг 7.18 Дамжуулах хэлбэр



*Дамжуулах хэлбэр: Ионосферын давхаргаас дэлхийн гадаргуу хооронд ойж тархана.*

- *Ground propagation-үзэгдэх гэрлийн тархалттай*
- *Sky propagation-сансарын орон зайн гэрлийн тархалттай*
- *Line-of-sight propagation-антенн ашигласан шулуун гэрлийн тархалттай*

- Гадаргуугийн богино долгион болон огторгуйн богино долгион үйлчилдэггүй тодорхой хэмжээний нутаг дэвсгэр (СВ) үүсдэг. Энэ нутаг дэвсгэрийг сонсголгүй бүс гэж нэрлэдэг бөгөөд ийм шинж чанар радио долгионы цараанд зөвхөн богино долгионд л байдаг.
- Богино долгионыг ашиглаж эхэлсэн анхны жилүүдэд л 50 м-ээс бага урттай богино долгион ойролцоогоор 100 км орчим алслагдсан нутаг дэвсгэрт сонсогдохгүй байсан хирнээ хэдэн зуун мянган км-ийн алс орших газар нутагт маш сайн сонсогдож байсан нь эрдэмтэд, судлаачдын гайхшралыг төрүүлж байсан байна.
- Сонсголгүй бүсийн хэмжээ нь богино долгионы давтамж ихсэх, мөн ба ионосферийн электроны концентраци багасахад нэмэгддэг.
- Богино долгионы өөр нэг онцлог бол хүлээн авах цэг дэх үндсэн долгионд ионосфер ба дэлхийн гадарга хоёрын хооронд олон удаа ойж тархсан долгион дайгдаж “дэлхий цуурай” гэж нэрлэгдсэн шуугианыг үүсгэж сонсголын чанарт муугаар нөлөөлдөг.

## *Хүснэгт 7.4 Зурвас*

<b>Band</b>	<b>Range</b>	<b>Propagation</b>	<b>Application</b>
<b>VLF</b>	3–30 KHz	Ground	Long-range radio navigation
<b>LF</b>	30–300 KHz	Ground	Radio beacons and navigational locators
<b>MF</b>	300 KHz–3 MHz	Sky	AM radio
<b>HF</b>	3–30 MHz	Sky	Citizens band (CB), ship/aircraft communication
<b>VHF</b>	30–300 MHz	Sky and line-of-sight	VHF TV, FM radio
<b>UHF</b>	300 MHz–3 GHz	Line-of-sight	UHF TV, cellular phones, paging, satellite
<b>SHF</b>	3–30 GHz	Line-of-sight	Satellite communication
<b>EHF</b>	30–300 GHz	Line-of-sight	Long-range radio navigation

# Дамжуулах орчны харьцуулалт

Орчин	Үнэ	Bandwidth, Data rate	Унтралт	Нөлөөлөл	Нууцлалт
UTP	Хямд	3MHz, 4Mbps	Их 2 – 10km	Өндөр	Муу
Coaxial	Дунд	350MHz, 500Mbps	Дунд 1 – 10 km	Дунд	Муу
Optic	Үнэтэй	2GHz, 2Gbps	Бага 10 – 100km	Бага	Сайн
Radio	Дунд	1-10Mbps	Бага – Их	Өндөр	Муу
Microwave	Үнэтэй	1Mbps – 10Gbps	Хувьсах	Өндөр	Дунд
Satellite	Үнэтэй	1Mbps – 10Gbps	Хувьсах	Өндөр	Дунд
Infrared	Хямд	2400bps – 4Mbps	Бага	Бага	Сайн

Анхаарал тавьсанд баярлалаа.