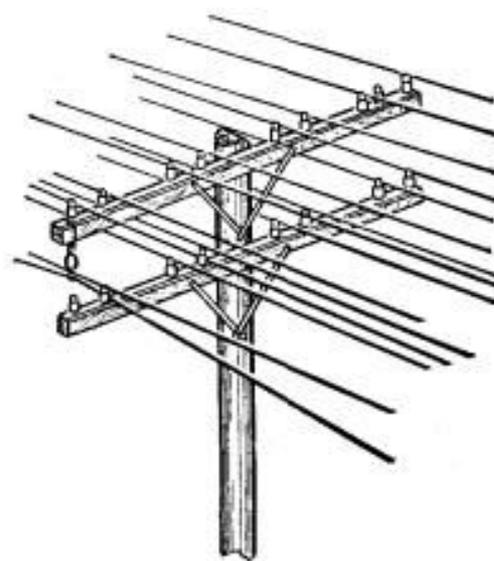
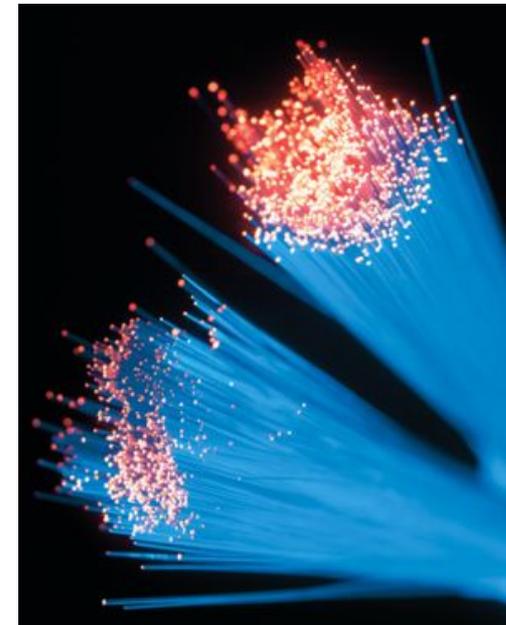


# Применение материалов в кабельных изделиях



# Кабельные изделия электроэнергетического назначения:

## 1. Провода воздушных ЛЭП до 750 кВ.

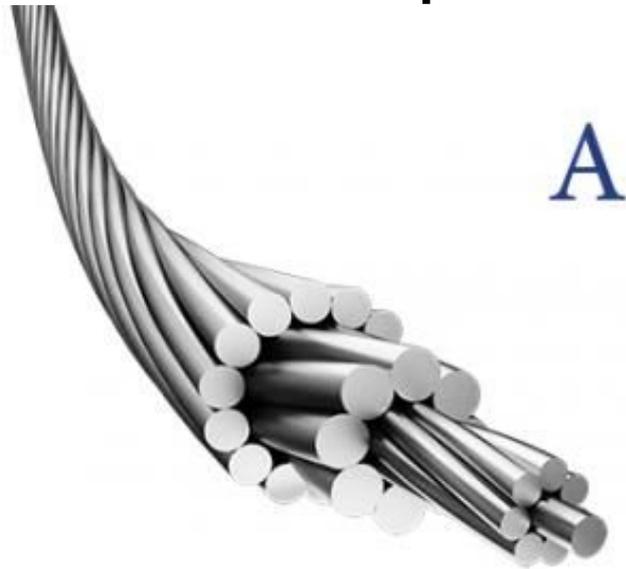


ЛЭП Чебоксарской ГЭС



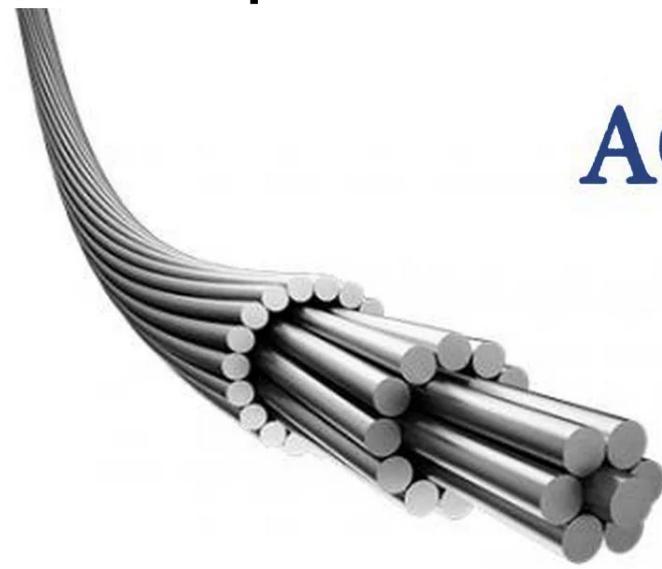
Трансформатор 13,8 / 500 кВ

## Неизолированные провода марок А, АС:



А

10 — 630  
мм<sup>2</sup>



АС

10/1,8 — 1000/56  
мм<sup>2</sup>

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи

- марки М, А, АКП, АС, АСКС, АСКП, АСК, АН, АНКП, АЖ, АЖКП.

Правила устройства: ВЛ в ПУЭ7 глава 2.5

## 2. Провода воздушных ЛЭП 0,66 — 35 кВ.



Правила устройства: ВЛИ, ВЛЗ в ПУЭ7 главы 2.4, 2.5

# ГОСТ 31946-2012 Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи

## Самонесущие изолированные провода (СИП):

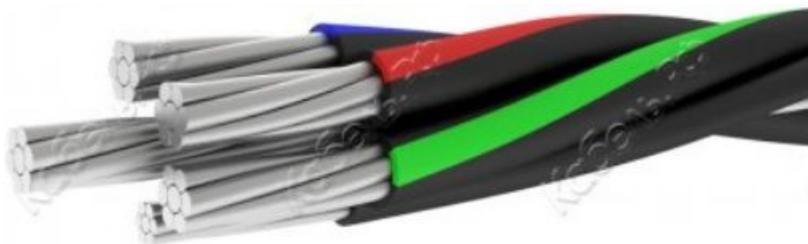
### 2.1 Марка СИП-1 с неизолированной нулевой несущей жилой на напряжение 0,6/1 кВ



СИП-1 1x16 + 1x25 - 1,  
СИП-1 1x25 + 1x35 - 1,  
СИП-1 1x35 + 1x50 - 1

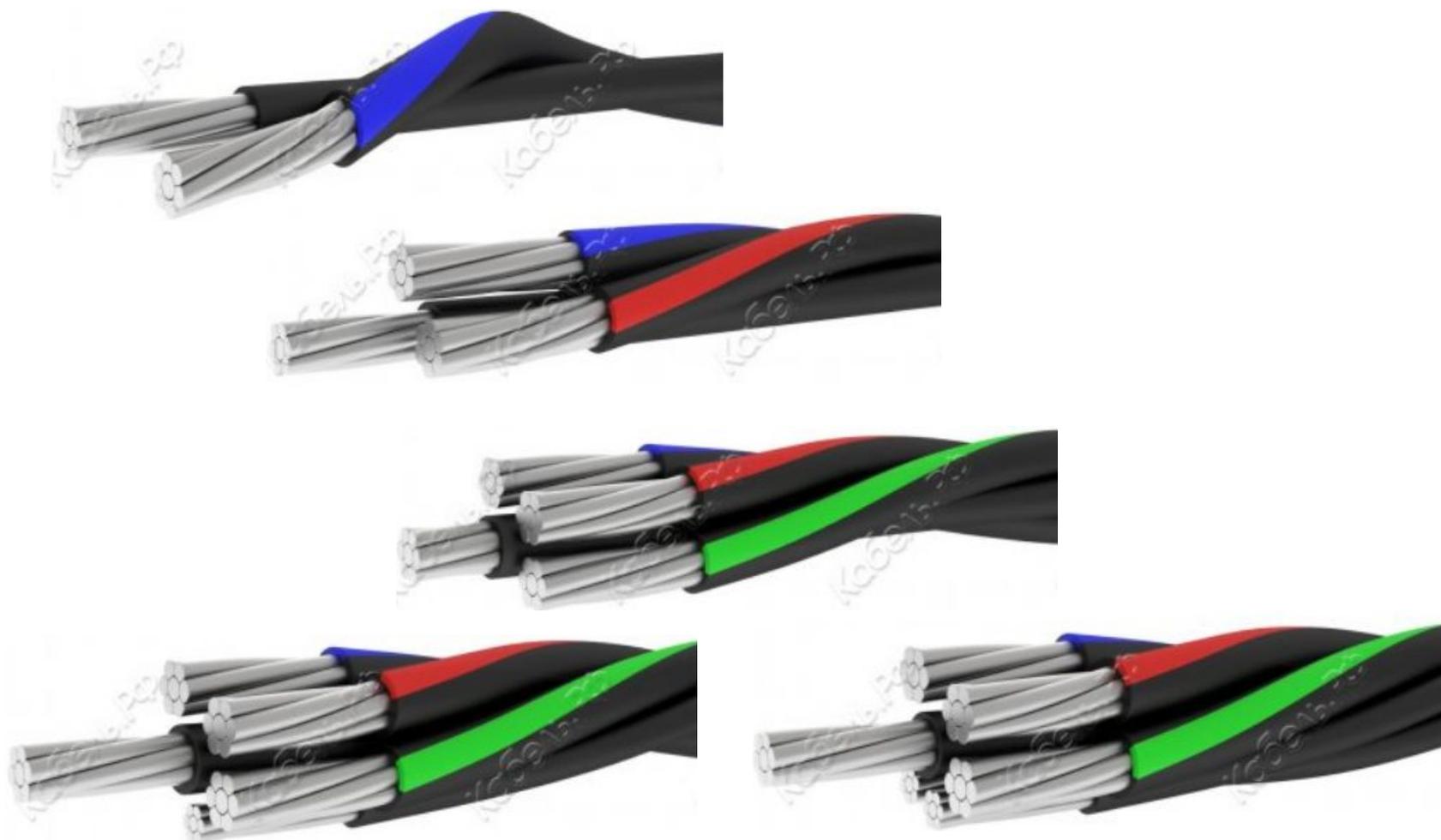


от СИП-1 3x16 + 1x25 - 1  
до СИП-1 3x240 + 1x95 - 1



+ 1 (или 2) жилы  
сечением 16 мм<sup>2</sup> или 25 мм<sup>2</sup>,  
например, СИП-1 3x35+1x50+1x16 - 0,66/1

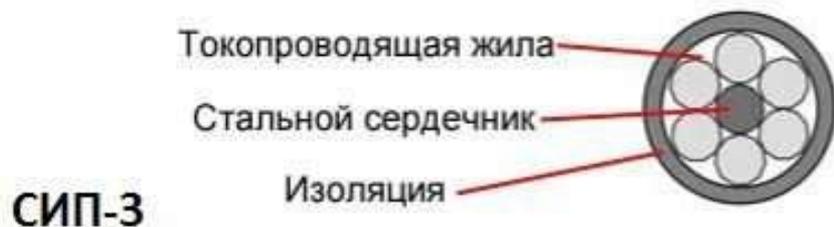
## 2.2 Марка СИП-2 с изолированной нулевой несущей жилой на напряжение 0,6/1 кВ



## 2.3 Марка СИП-3 с защитной изоляцией на напряжение 20 кВ (6, 10, 15, 20 кВ) и 35 кВ



от СИП-3 1x16 - 20  
до СИП-3 1x240 - 35

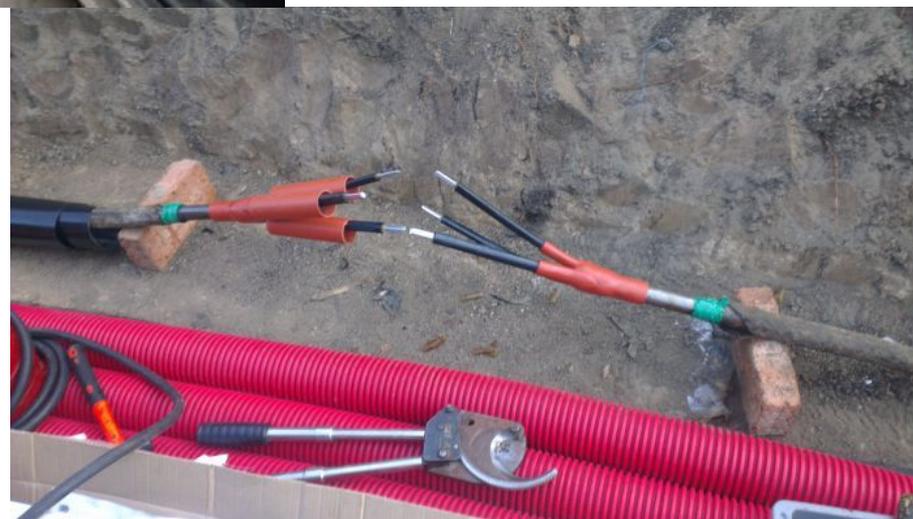


ПУЭ7 рекомендует на ВЛ, как правило, применять СИП.

## 2.4 Марка СИП-4 (и СИП-5) без нулевой несущей жилы на напряжение 0,6/1 кВ



### 3. Силовые кабели на напряжение 0,66 — 500 кВ



ГОСТ 31996-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ

### 3. 1 Силовые кабели на напряжение 0,66 — 35 кВ.

• маркировка:

например, **АВВГнг(А)-LS 3x70ос+1x35ос(N)-1:**

- 1-ая буква — материал жилы

(А — алюминий; без буквы — медь);

- 2-ая буква — материал изоляции

(В — поливинилхлорид;

П — полимеры, не содержащие галогенов;

Пв — сшитый полиэтилен);

- 3-я буква — материал оболочки или защитного шланга

(В — оболочка из ПВХ;

Шв — шланг из ПВХ;

Шп — шланг из полиэтилена;

П — безгалогенная оболочка).



например, **ПвБШп-Т 5х240мс (N, PE) - 1:**

- 3-я буква «Б» — наличие брони  
(Б — из стальных оцинкованных лент;  
Ба — из лент алюминия или алюминиевого сплава;  
К — из круглых стальных оцинкованных проволок;  
Ка — по аналогии с Ба ... ;  
Г — небронированный);
- буква «Э» при наличии экрана;
- буква «Т» - тропическое исполнение.



# Прокладка кабеля под водой



например, **ППГнг(А)-HF 4х6ок (РЕ) - 0,66:**

- показатели пожарной опасности

(нг — не распространяющие горение при групповой прокладке;

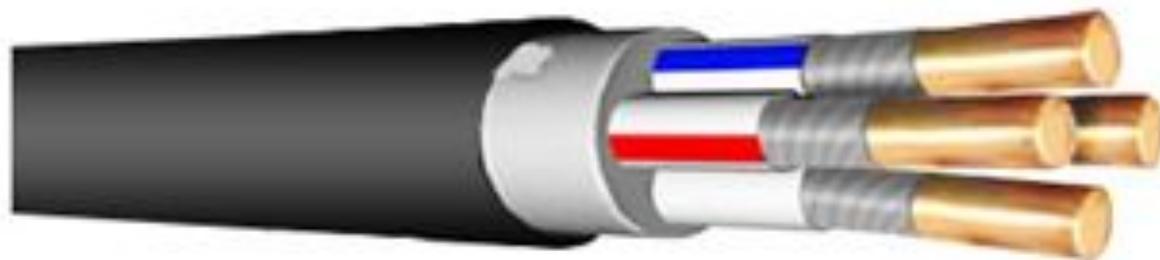
нг(А) - ... по категории испытаний А;

нг-LS — то же + с пониженным дымо- и газовыделением  
(Less Smoke);

нг-HF — не выделяющие галогенов при горении (Halogen Free);

нг-FRLS — огнестойкие (Flame Retardant) ...;

нг-FRHF — аналогично ... .

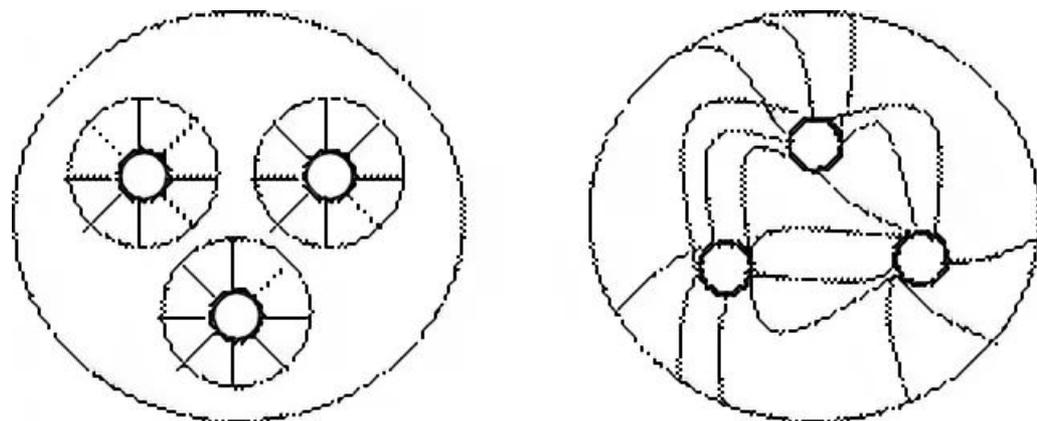


ГОСТ Р 55025-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно

например, **ПвПу-Т 1х70мк/16 - 35:**

Пу — усиленная оболочка из полиэтилена;

/16 — с медным экраном сечением 16 мм<sup>2</sup>.



а)

б)

**Электрическое поле в кабеле:**

**а) — с экранированными жилами;**

**б) — с поясной изоляцией.**

ГОСТ 18410-73 Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 1 — 35 кВ.



- Камкабель;
- Саранскабель;
- Рыбинскабель;
- Казэнергокабель.



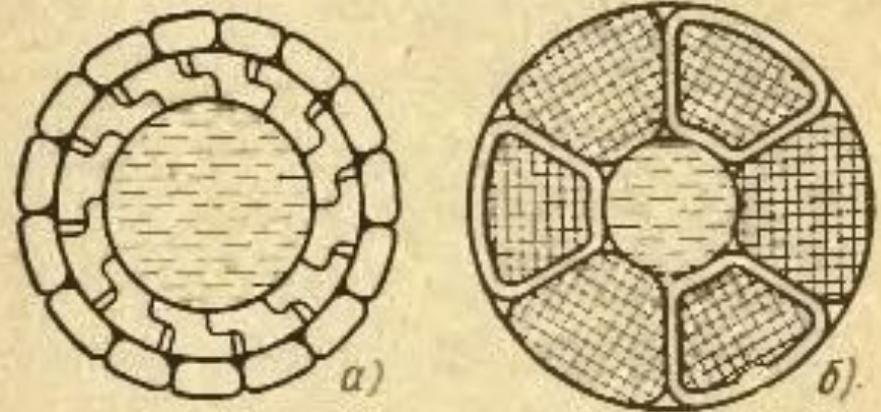
## 3.2. Силовые кабели на напряжение 110 — 330 кВ



Высоковольтные силовые кабели завода «ТАТКАБЕЛЬ»

# Газо- и маслонаполненные низкого давления

Рис. 1.9. Конструкция жил одно-  
жильных маслонаполненных кабе-  
лей



а)  $F \leq 500 \text{ мм}^2$ ; б)  $F \geq 625 \text{ мм}^2$

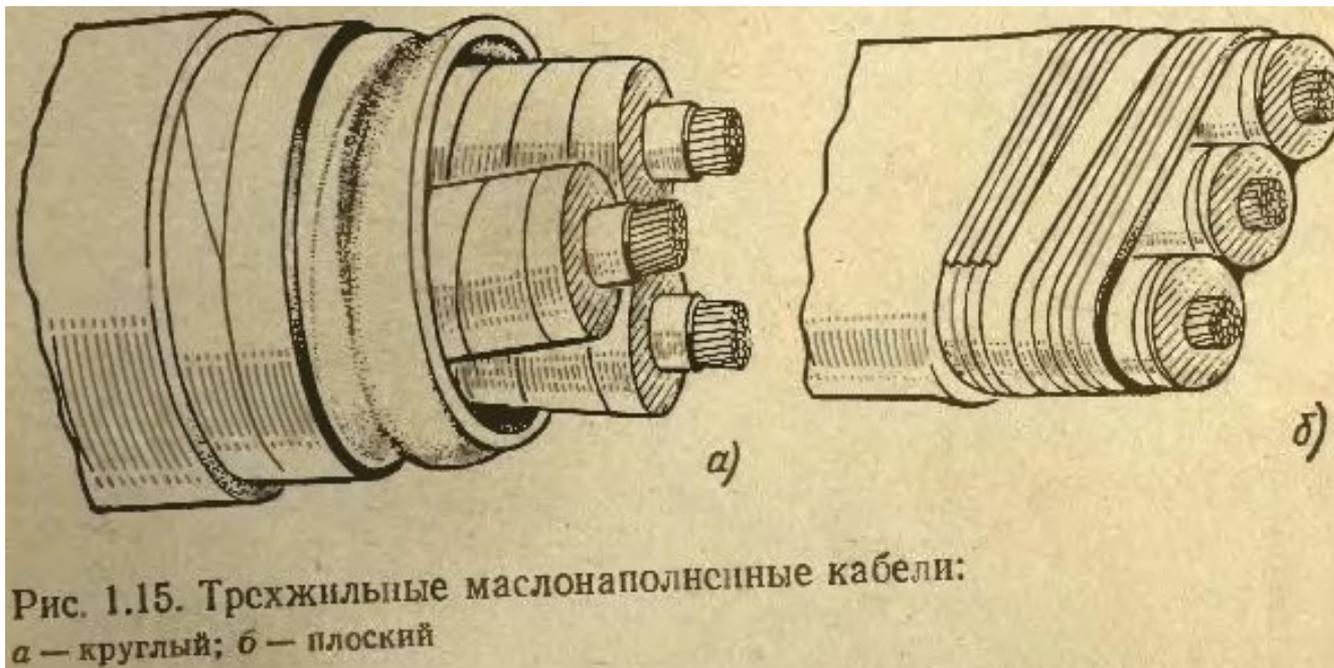


Рис. 1.15. Трехжильные маслонаполненные кабели:  
а — круглый; б — плоский

**Давление**  
**0,02 – 0,5**  
**МПа**  
**(масло)**  
**0,7 – 3 МПа**  
**(газ)**  
**Температур**  
**а**  
**от -20 до**  
**+85**

# Газо- и маслонаполненные высокого

Давление 1,5 МПа

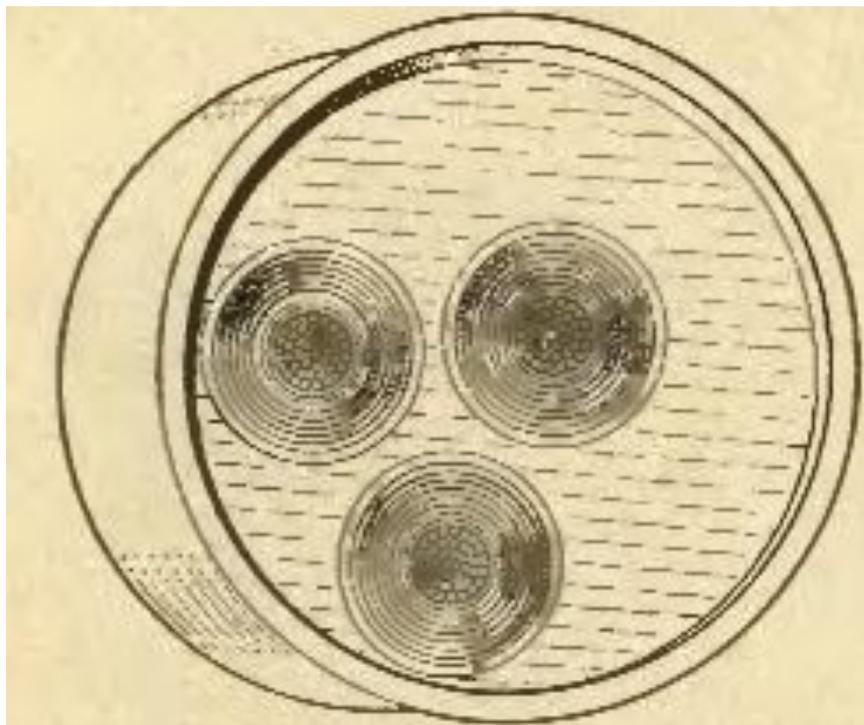


Рис. 1.16. Кабель в стальном трубопроводе с маслом под давлением

Температура от -20 до +75

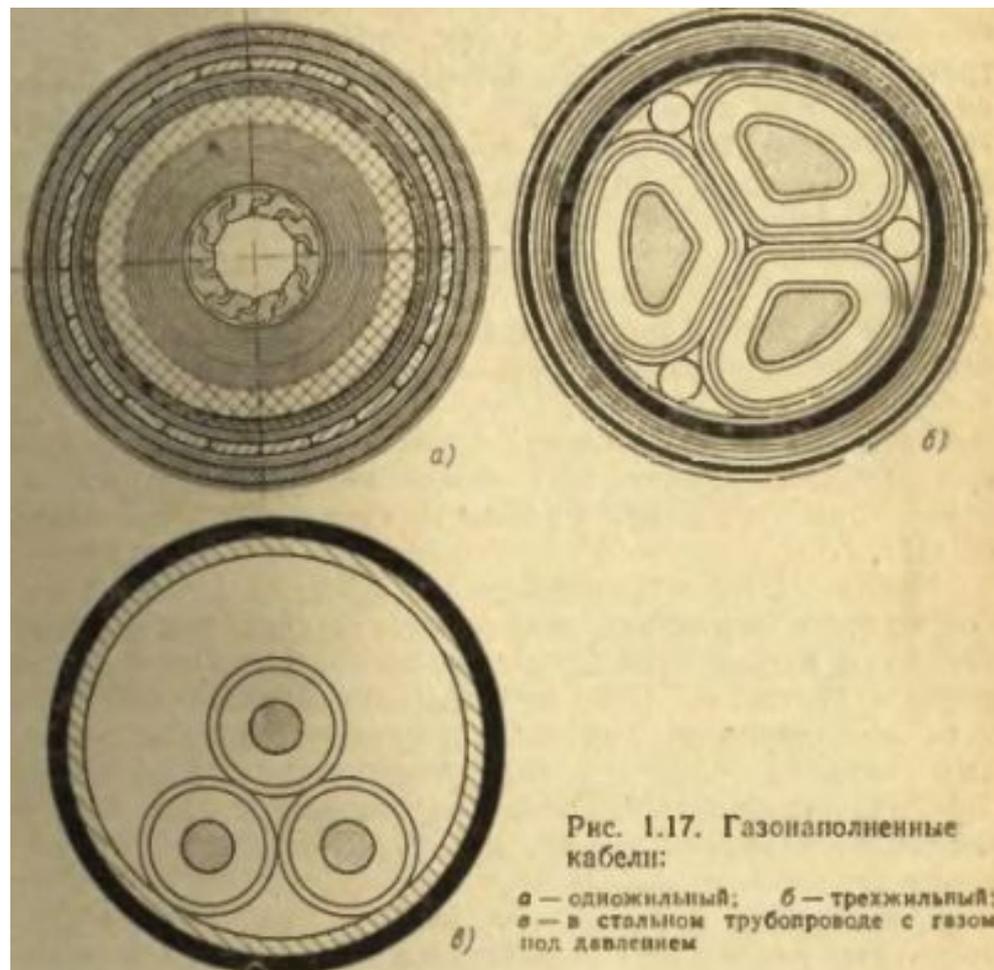
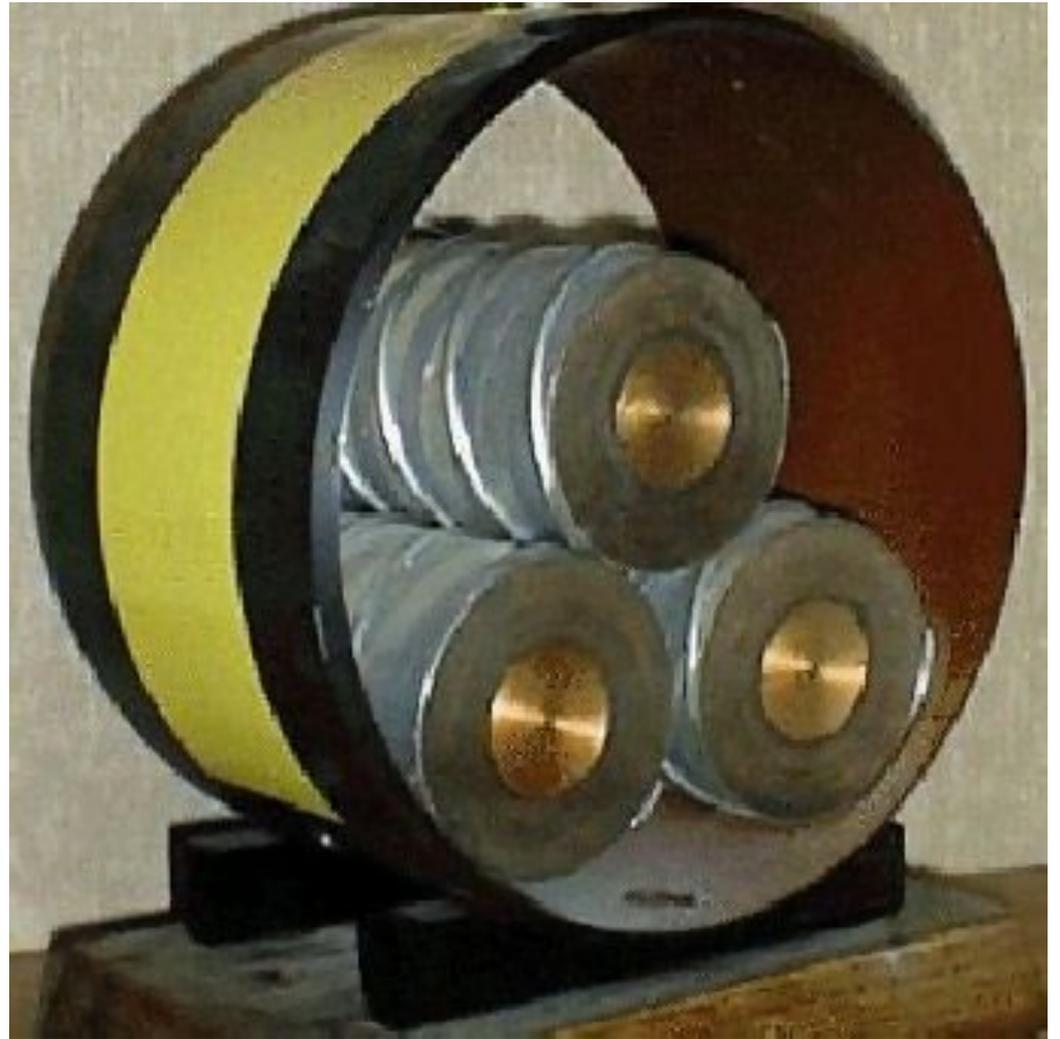


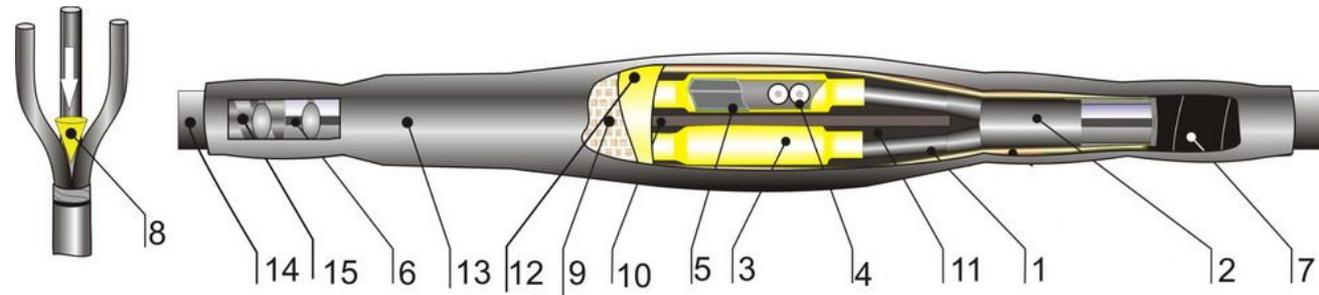
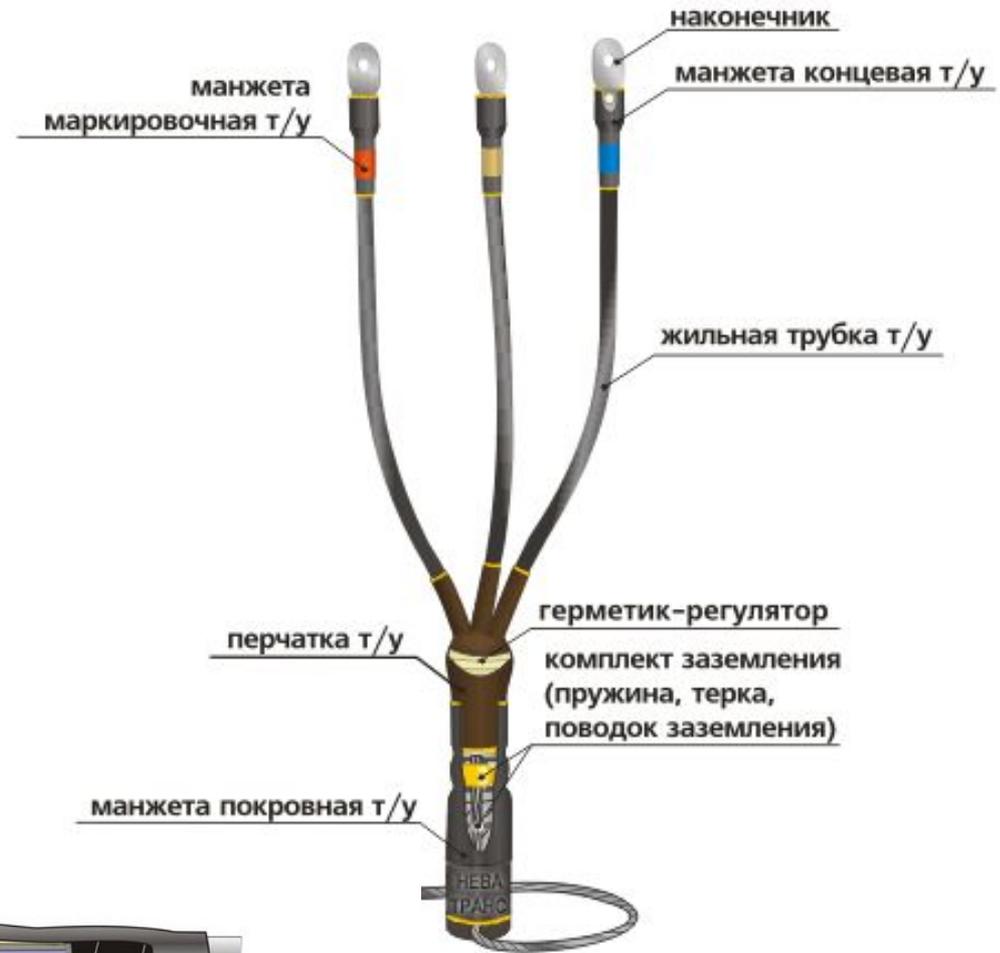
Рис. 1.17. Газонаполненные кабели:

а — одножильный; б — трехжильный;  
в — в стальном трубопроводе с газом под давлением



## 4. Соединительная кабельная арматура.





- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1.Трубка изолирующая                             | 9.Экран (сетка медная)    |
| 2.Перчатка изолирующая                           | 10.Распорка               |
| 3.Манжета толстостенная изолирующая              | 11. Межфазный наполнитель |
| 4.Соединитель болтовой, под опрессовку или пайку | 12.Труба внутренняя       |
| 5.Пластина выравнивания электрического поля      | 13.Труба наружная         |
| 6.Провод заземления                              | 14.Кабель                 |
| 7.Лента герметик                                 | 15. Бронеленты            |
| 8.Конус наполнитель                              |                           |

## 5. Установочные провода для распределительных сетей низкого напряжения до 660 В

Марка провода	Конструктивные особенности
АПВ	Провод с алюминиевой жилой с поливинилхлоридной изоляцией
ПВ1	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией
ПВ2	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, гибкий
ПВ3	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией повышенной гибкости
ПВ4	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, особо гибкий



Провод установочный ПВ-3 (ПуГВ) 1,5 синий ГОСТ 31947 (ПВ-3 1,5 синий)

**9,10 Р** (Компания ВДЛ)

Провод установочный ПВ-3 (ПуГВ) 1,5 синий ГОСТ 31947 ПВ-3 1,5 синий Электрокабель НН Медный монтажный установочный провод ПВ-3 ...

Марка провода	Конструктивные особенности
АППВ	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией, плоский с разделительным основанием
ППВ	Провод с медными жилами с поливинилхлоридной изоляцией, плоский с разделительным основанием
АПБПП	Провод плоский с двумя алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПБПП	Провод плоский с двумя медными жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПБППз	То же с заземляющей жилой
ПУНП *	Провод плоский с медными жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика
ПРКА	Провод с медной жилой с изоляционно-защитной оболочкой из кремнийорганической резины

Правила устройства: ПУЭ7 глава 2.1

## 6. Автотракторные провода



ПВА

1 – токопроводящая жила медная круглая многопроволочная;

2 – изоляция из ПВХ пластиката

от -40 °С до +105 °С

Изоляция проводов имеет сплошную или комбинированную **расцветку**, которая оговаривается в заказе

**ПГВА(Э) – повышенной гибкости**

от -40 (-60 ХЛ) до +70 °С

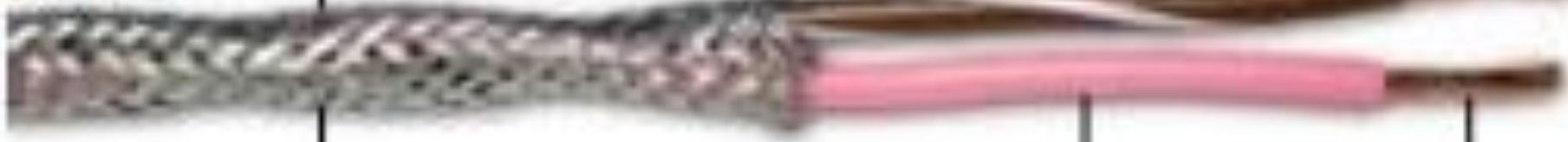
ПВАМ(Т)



ПВАМЭ



ПВАМЭ



3

2

1

ПВАМТ – до +125 °С (ПВХ ИТ-125)

КВВА КВУА (без системы ABS)



Комбинированный:

1 – провод марки ПВАМ;

2 – вторая изоляция из ПВХ для КВВА  
или полиуретана для КВУА (до +130 °С)

Стойкие к воздействию бензина, дт, масла,  
охлаждающей и тормозной жидкости, паров.

# ПГВАД, ПГВАДу

(гибкий (Г) с двумя (Д) параллельно  
уложенными жилами)



ПГВАД до +70 °С

ПГВАДу до +105 °С

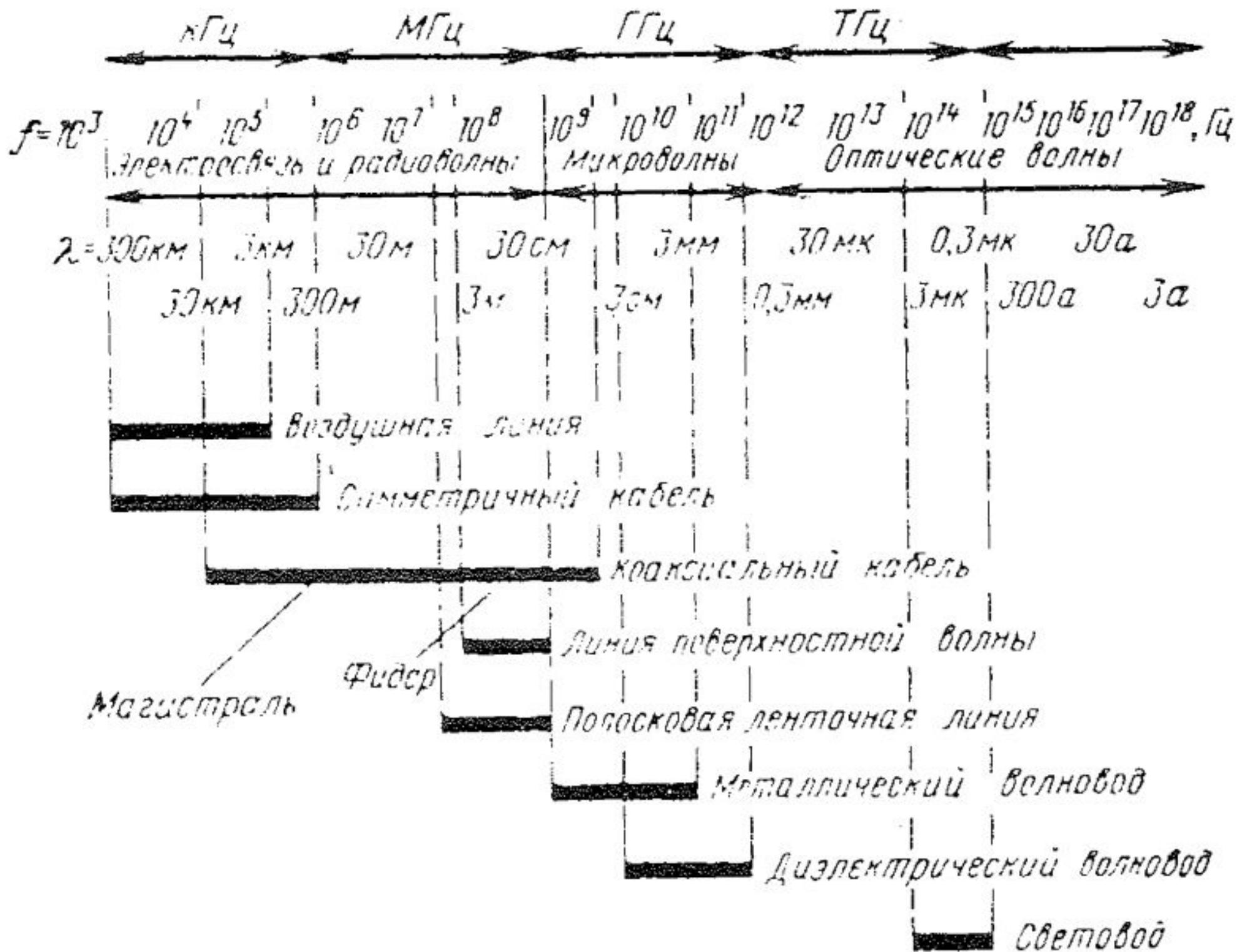


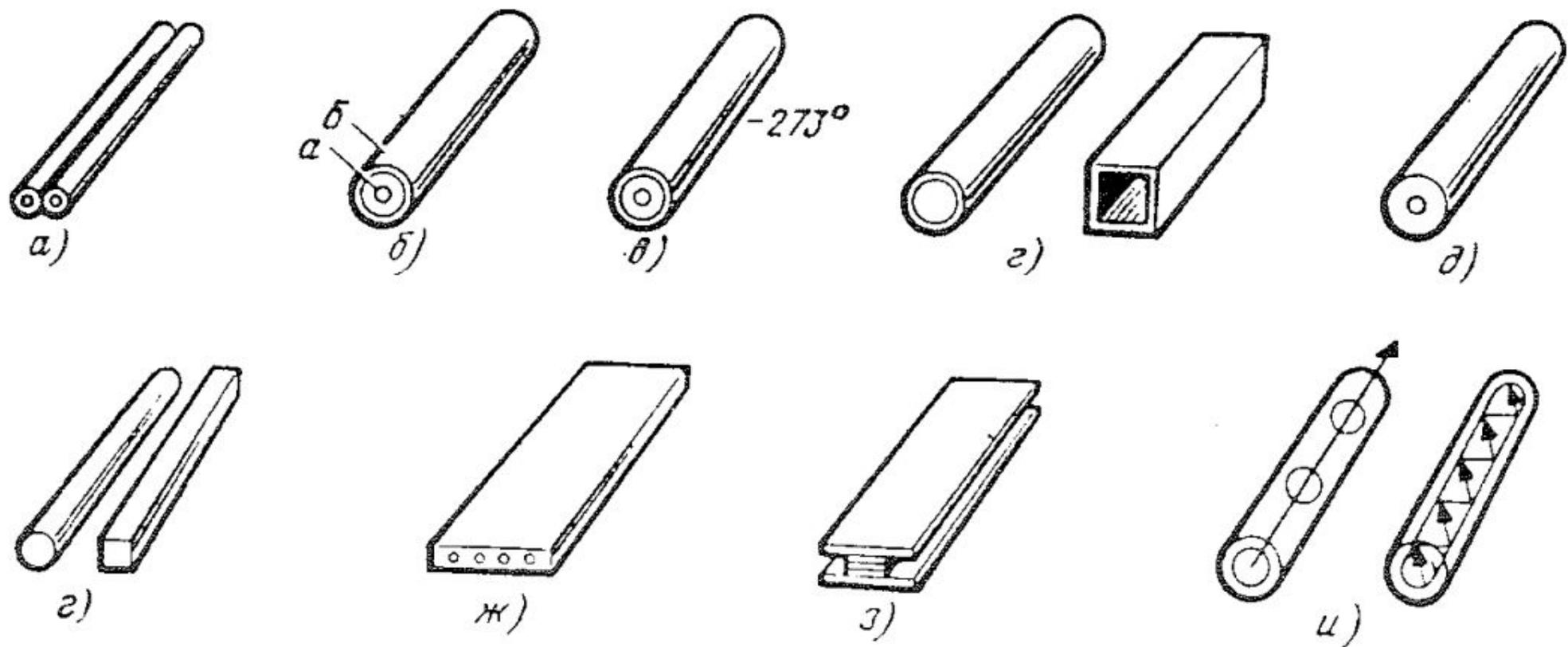
# Кабельные изделия для передачи информации:

Направляющая система	Частота, Гц	Длина волны
Воздушные линии	$10^5$	км
Симметричный кабель	$10^6$	100 м
Коаксиальный кабель	$10^8$	м
Волновод	$10^{10-11}$	мм
Световод (оптический кабель)	$10^{14-15}$	мкм

$$\lambda = c / f$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

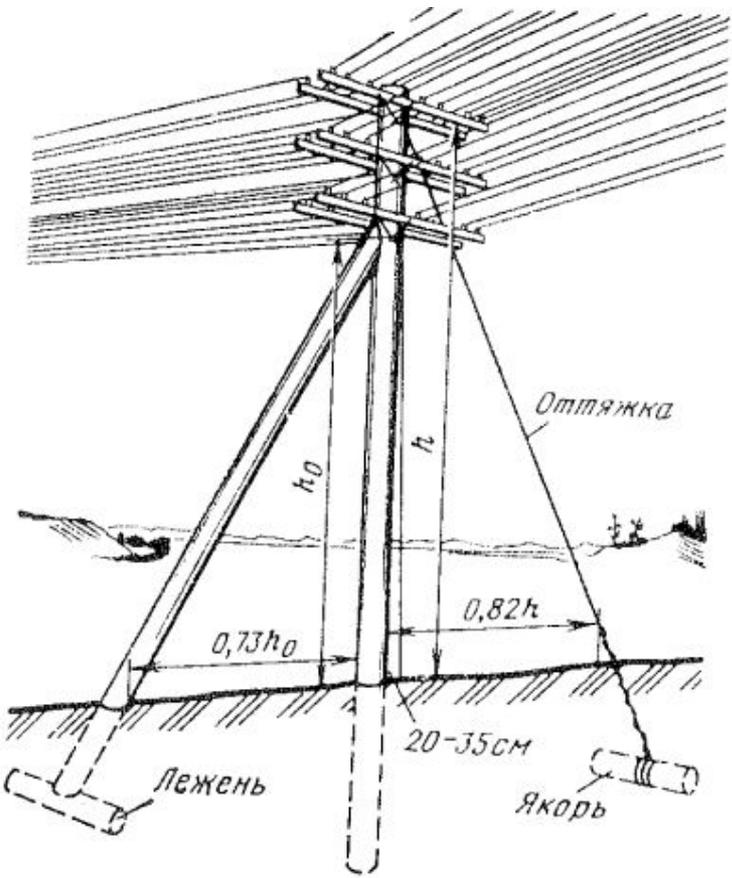




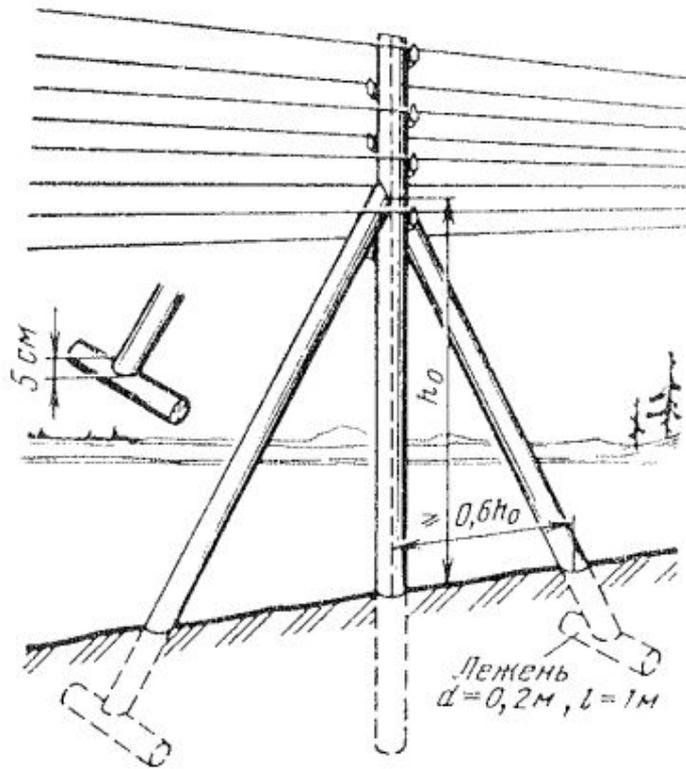
### Конструкции направляющих систем:

а) симметричная цепь; б) коаксиальный кабель; в) сверхпроводящий кабель; г) волноводы; д) линия поверхностной воды; е) диэлектрические волноводы; ж) ленточный кабель; з) полосковая линия; и) световоды (линзовый, волоконный)

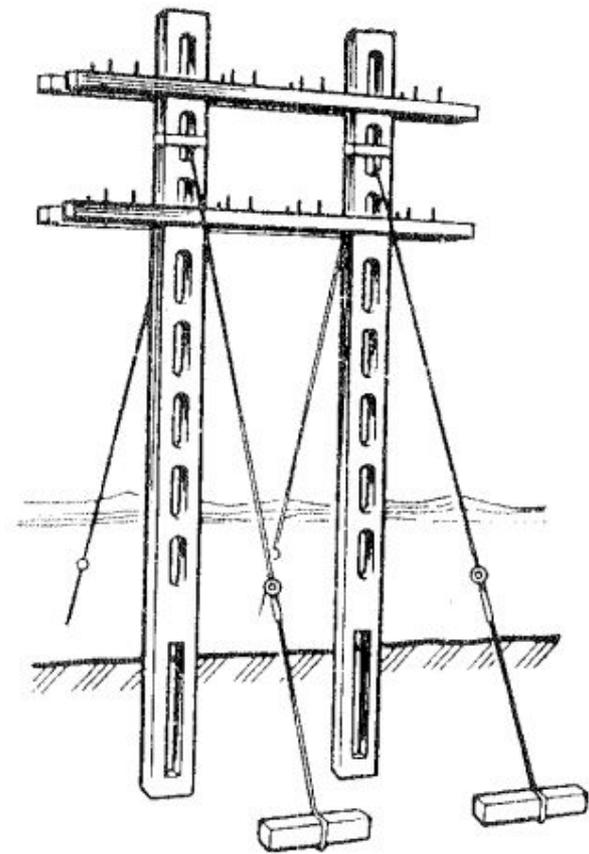
# Воздушные линии связи (1 — 100 кГц)



Угловая опора

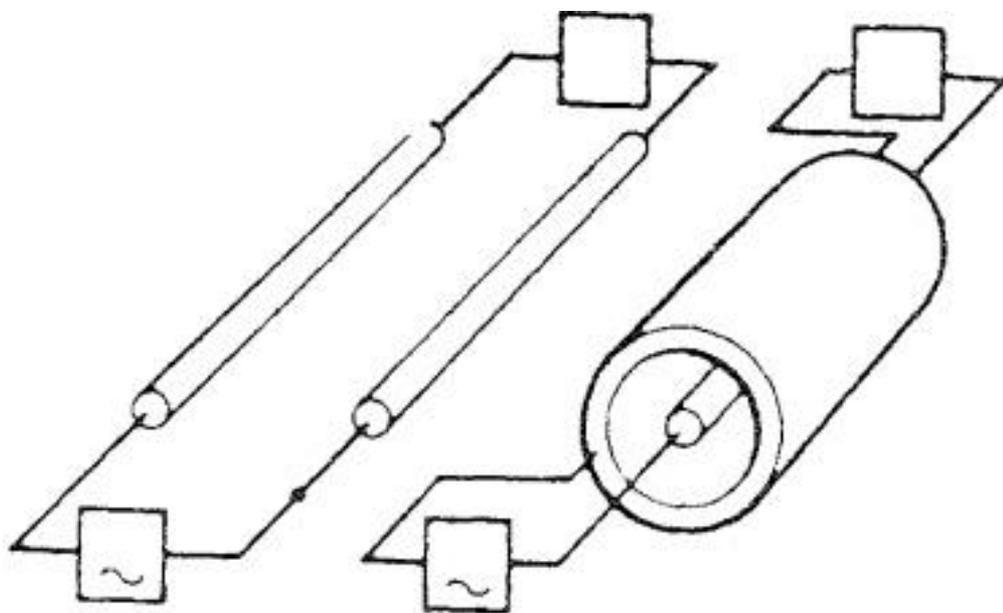


Усиленная опора



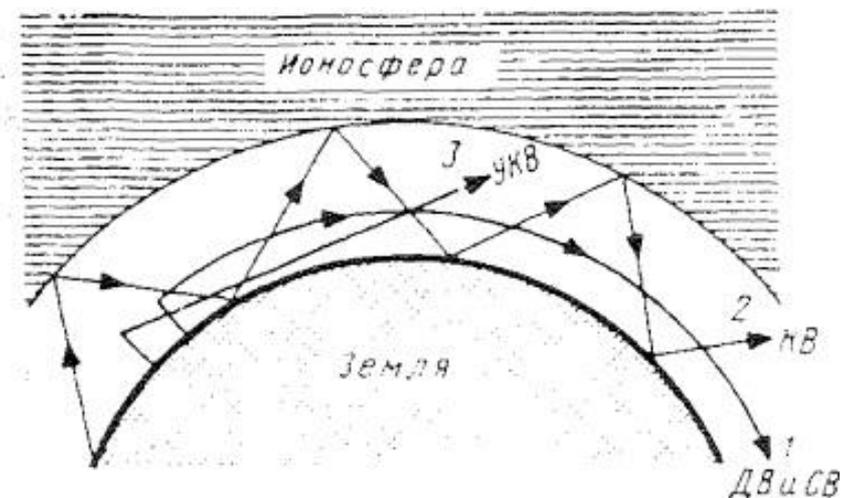
Анкерная железобетонная опора

# Коаксиальные радиочастотные кабели ( $10^4$ — $10^{10}$ Гц)



Кабельные цепи:

а) симметричная; б) коаксиальная



Распространение различных типов радиоволн

- Сверхдлинные волны (СДВ) — 100 ... 10 км (3 ... 30 кГц)
- Длинные волны (ДВ) — 10 ... 1 км (30 ... 300 кГц)
- Средние волны (СВ) — 1,0 ... 0,1 км (0,3 ... 3 МГц)
- Короткие волны (КВ) 100 ... 10 м (3 ... 30 МГц)
- Ультракороткие волны (УКВ) — 10 ... 1 м (30 ... 300 МГц)
- Дециметровые волны (ДЦМ) — 1 ... 0,1 м (300 ... 3000 МГц)

# Радиочастотные кабели

- телевидение;
- системы видеонаблюдения;
- соединения радиотехнических устройств



Важные параметры:  
)затухание / дальность  
передачи сигнала;  
)защищённость сигнала

ГОСТ 11326.0-78

# Марки радиочастотных кабелей

## ✓ РК ... нг(А)НФ

1 Внутренний проводник

2 Изоляция

3 Внешний проводник

4 Термический барьер

5 Оболочка



Например:

РК 50-2-19нг(А)-НФ (для  
АЭС)

# Марки радиочастотных кабелей

✓ РК повышенной  
теплостойкости

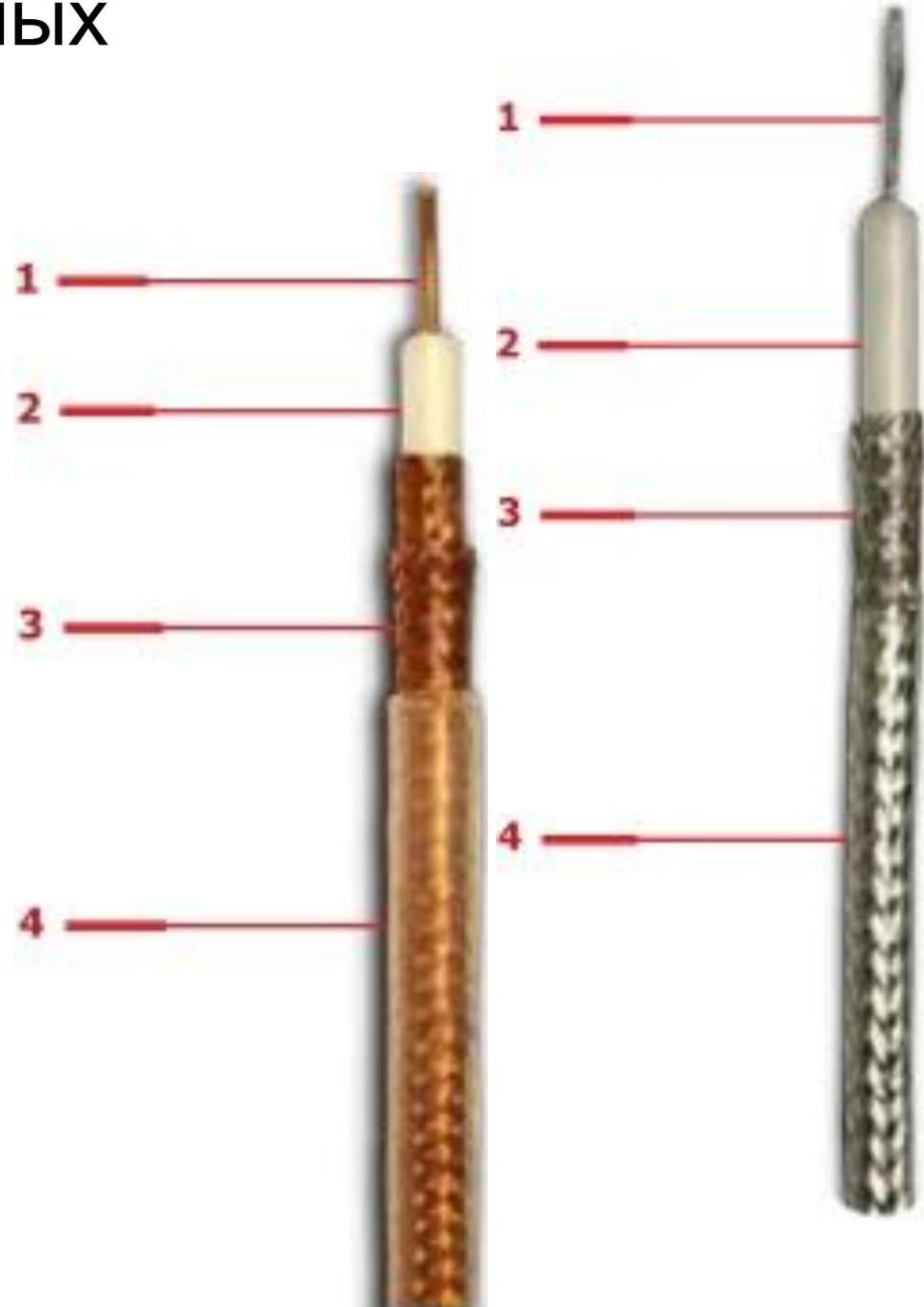
Например:

РК 50-4-22М;

РК 75-4-21М

Изоляция:

Фторопласт-4



# Марки радиочастотных кабелей

✓ КВОС (комбинированный для систем видеонаблюдения)

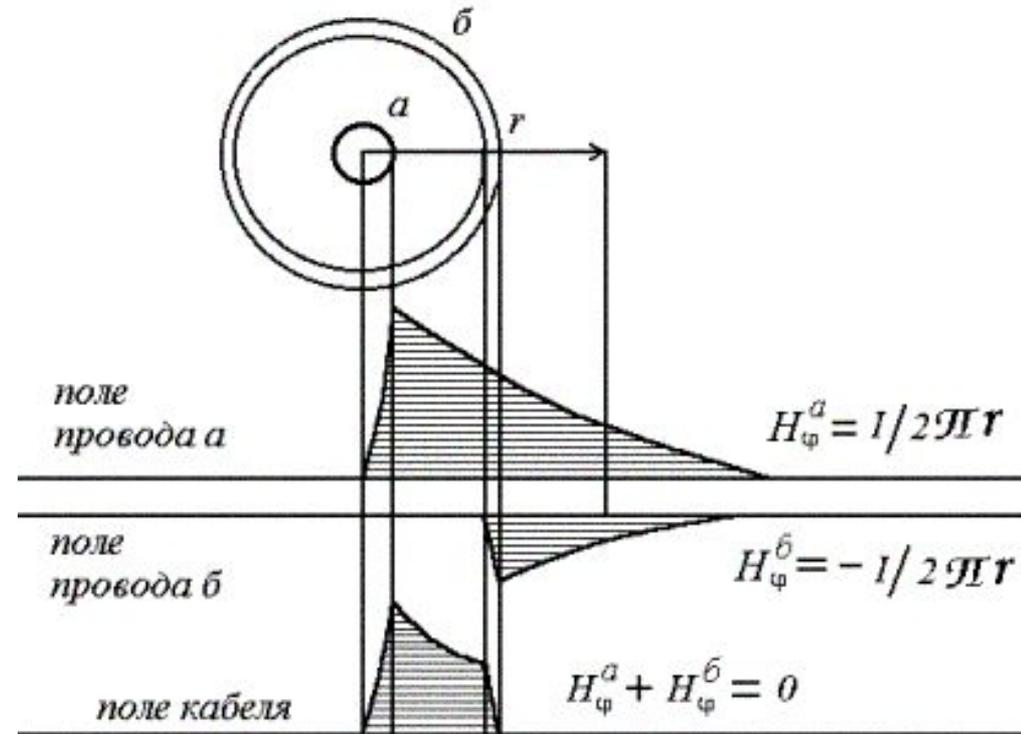
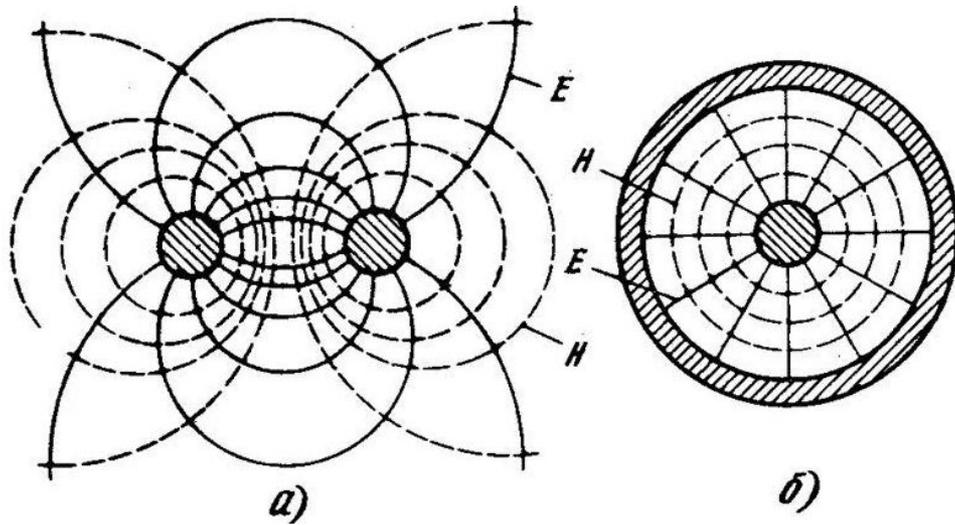
1 Радиочастотный кабель

2,3 Провод питания марки НВ

4 Оболочка



# Электромагнитное поле коаксиальных и симметричных цепей



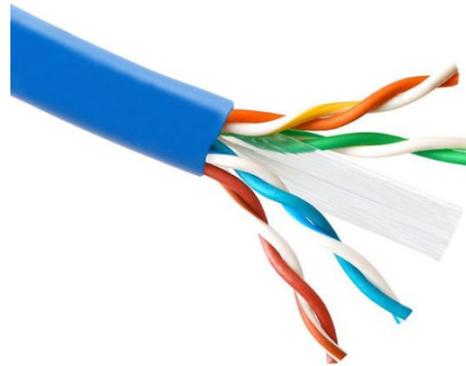
Магнитное поле коаксиальной цепи

$D/d$	$Z_B = \sqrt{L/C}$	Свойства конструкции
3,6	$76,6 \sqrt{\epsilon_r}$	Минимум затухания
2,718	$59,9 \sqrt{\epsilon_r}$	Максимум электрической прочности на пробой
1,65	$30 \sqrt{\epsilon_r}$	Максимум передаваемой мощности

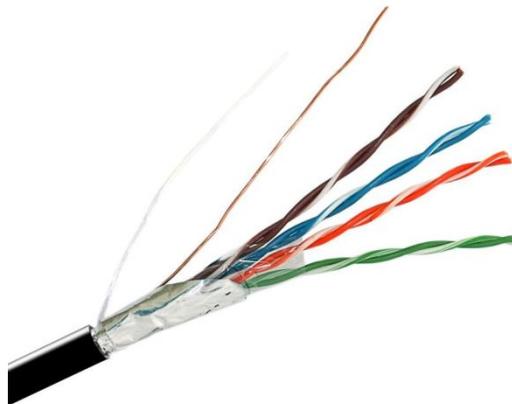
# Симметричные провода и кабели (twisted pair)

Типы симметричных витых пар:

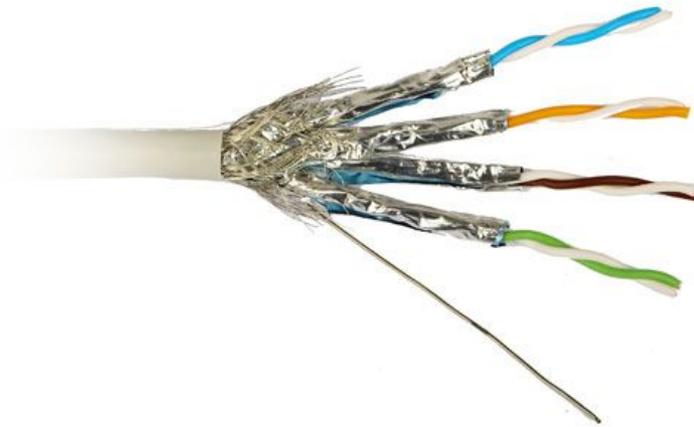
- неэкранированная витая пара (UTP — Unshielded twisted pair)



- фольгированная витая пара (FTP, F/UTP — Foiled twisted pair)



- экранированная витая пара (STP, S/UTP — Shielded twisted pair)

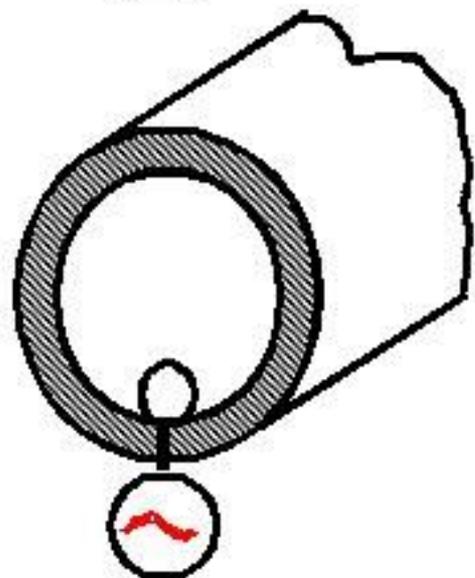
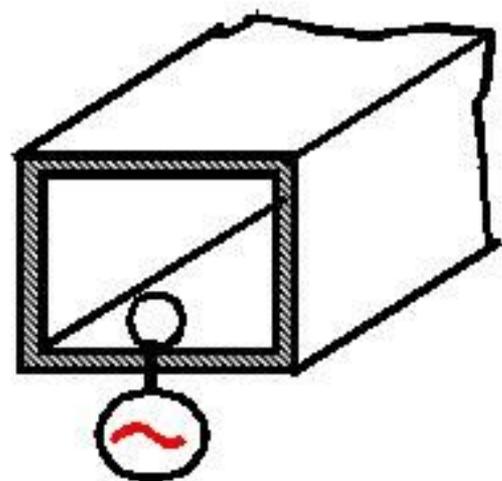


- защищенная экранированная витая пара (SF/UTP — Screened Foiled Unshielded twisted pair)

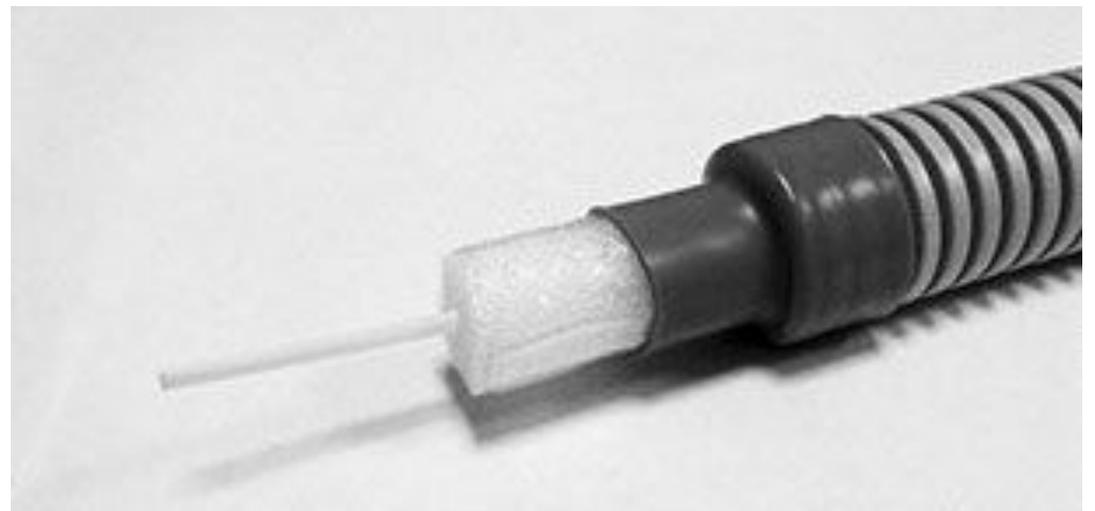


ГОСТ Р 54429-2011

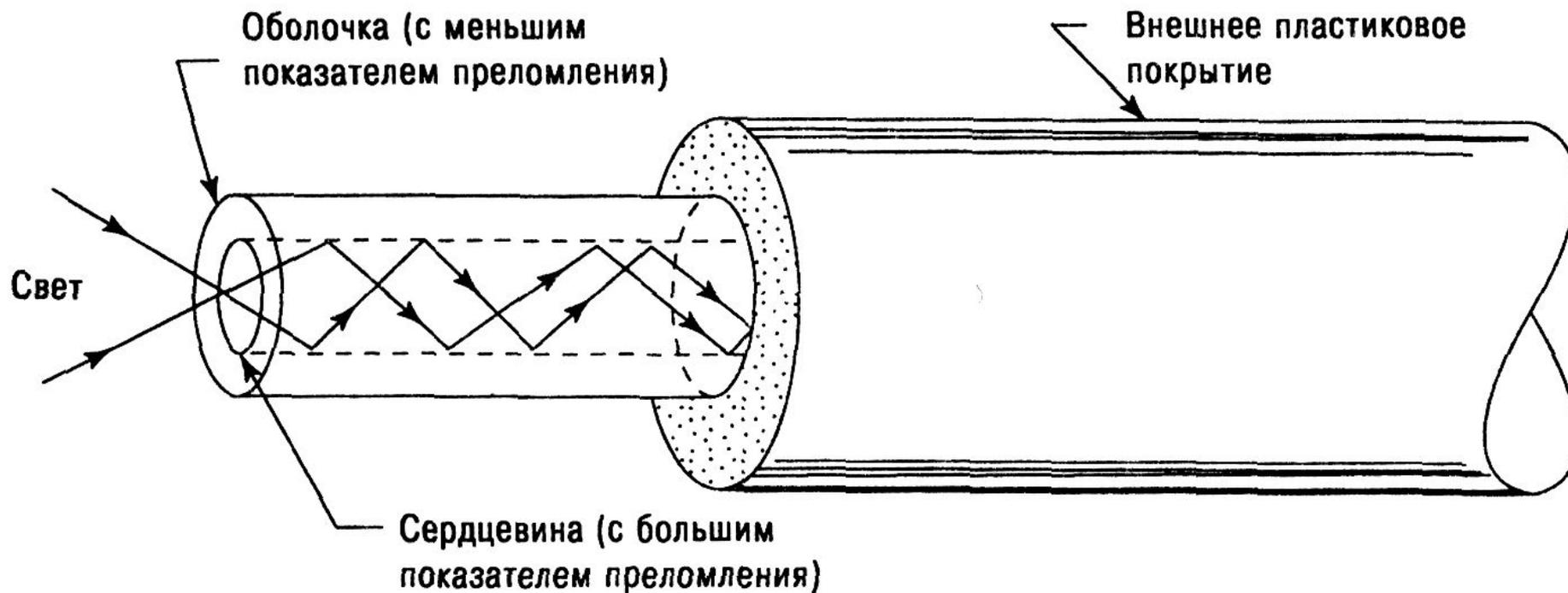
# Волноводы



- При частотах больше  $10^9$  Гц электромагнитную энергию передают по волноводам.
- Волновод представляет собой полую трубу прямоугольного или круглого сечения.
- Энергия внутрь волновода доставляется с помощью небольшого стержня или петли, помещенной в волноводе. Петля с помощью коаксиального кабеля соединяется с генератором высокой частоты.
- С другого конца волновода отводят энергию с помощью такого же устройства.

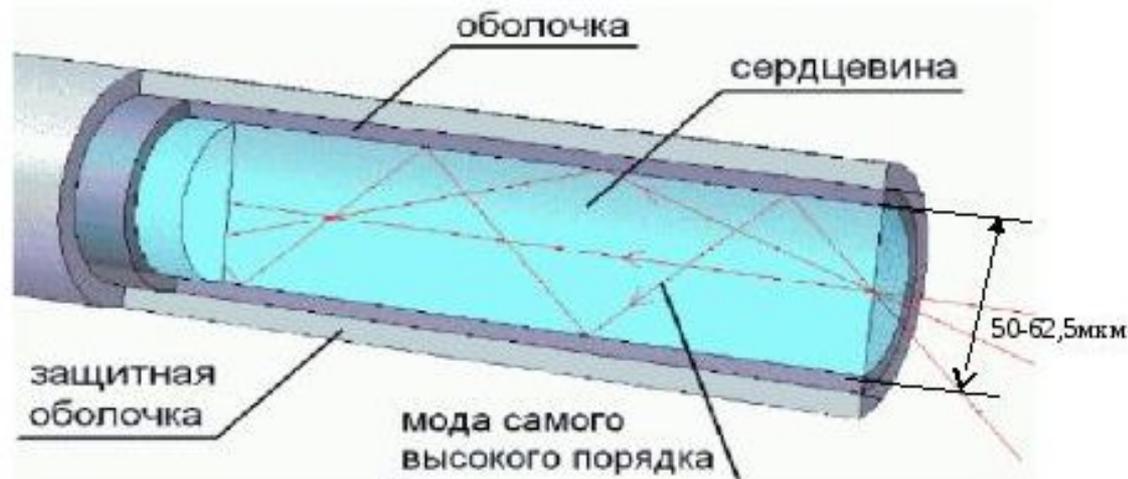


# Оптические кабели

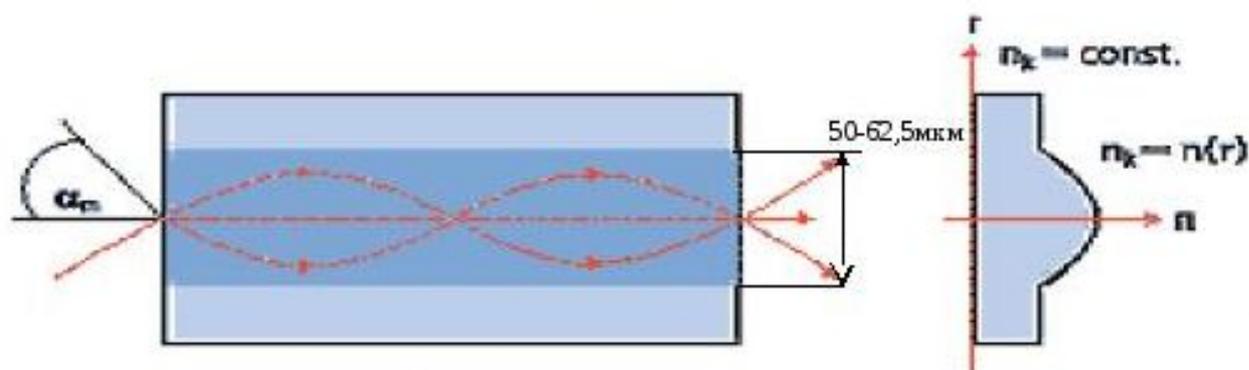


Оптическое волокно

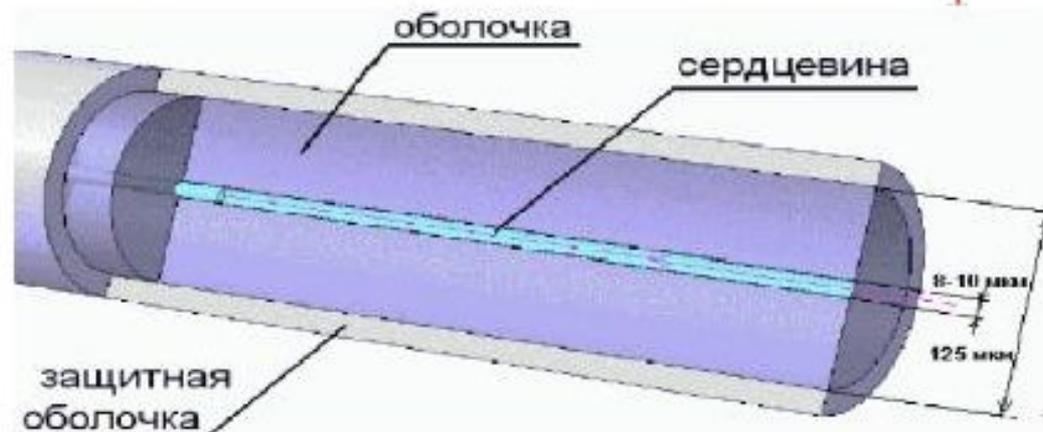
# ТИПЫ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН



Многомодовое ступенчатое оптическое волокно



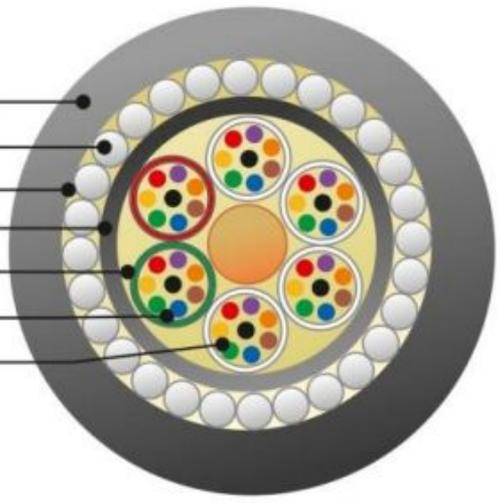
Многомодовое оптическое волокно с градиентным показателем преломления



Одномодовое оптическое волокно



- Наружная оболочка ①
- Броня из стальных оцинкованных проволок ②
- Гидроизоляция бронирующего слоя ③
- Промежуточная оболочка ④
- Гидроизоляция сердечника ⑤
- Оптический модуль, заполненный гидрофобным гелем ⑥
- Оптическое волокно ⑦
- Центральный силовой элемент ⑧



**АлтайОптикаКабель™**  
Производство волоконно-оптического кабеля