



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ

Курс повышения квалификации

«Безопасность строительства и качество устройства электрических сетей и линий СВЯЗИ»

ЛЕКЦИЯ 2

*«Инновации в технологии устройства
электрических сетей и линий связи»*



БС-06-ИСОТ-1102



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ
ПРИ МИНСТРОЕ РОССИИ



МОНИТОРИНГ
информационно-аналитических систем

Содержание:

Лекция 2. Инновации в технологии устройства электрических сетей и линий связи

Глава 1. Устройство внутренних электрических сетей

Глава 2. Устройство электрических и иных сетей управления жизнеобеспечения зданий и сооружений

Электрическое отопление и горячее водоснабжение

Учет электроэнергии, измерительные приборы

Глава 3. Безопасность и качество устройства наружных электрических сетей

Опоры воздушных линий электропередачи

Монтаж воздушных линий электропередач

Изоляторы воздушных линий электропередач

Монтаж трансформаторных подстанций и распределительных устройств

Монтаж проводов и грозозащитных тросов

Глава 4. Устройство наружных линий связи, в том числе телефонных, радио, телевидения

Телефонизация объектов капитально строительства

Радиофикация

Опволоконные технологии

Сети 4-го поколения (4G)

Словарь

Вопросы для самопроверки

Справочник

Список рекомендуемой литературы

Пояснения

Данная лекция является структурированным **pdf** файлом. Для правильного отображения необходима программа Adobe Acrobat Reader 9.0 и выше. Если у вас установлен Acrobat Reader более поздней версии, скачайте последнюю версию с сайта Adobe <http://get.adobe.com/reader/>.

Для перехода по разделам используйте содержание в панели навигации в левой части экрана.

Лекция 2. Инновации в технологии устройства электрических сетей и линий связи

Глава 1. Устройство внутренних электрических сетей



[Программа «Электрик 6.7» для электриков и проектировщиков \(zip-архив, 8 Мб\)](#)
[Подробнее>>](#)

Кабельные вводы в здания следует выполнять в трубах на глубине не менее 0,5 м и не более 2 м от поверхности земли. При этом в одну трубу следует затягивать один силовой кабель.

Прокладку труб следует выполнять с уклоном в сторону улицы. Концы труб, а также сами трубы при прокладке через стену должны иметь тщательную заделку для исключения возможности проникания в помещения влаги и газа.

По подвалу и техническому подполью здания допускается прокладка силовых кабелей напряжением до 1 кВ, питающих электроэнергией другие секции здания.

Внутренние электрические сети должны быть не распространяющими горение и выполняться кабелями и проводами с медными жилами.

Допускается применение в питающих и распределительных сетях кабелей и проводов с алюминиевыми жилами сечением не менее 16 мм². Питание отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий (насосы, вентиляторы, калориферы, установки кондиционирования воздуха и т.п.), кроме оборудования противопожарных установок, допускается выполнять проводами и кабелями с алюминиевыми жилами сечением не менее 2,5 мм².

Провода электрических сетей силовых электроприемников постирочных цехов и помещений для приготовления растворов в прачечных должны быть с медной жилой в пластмассовой изоляции и прокладываться в полу замоноличенными в пластмассовых трубах. Выводы труб выше уровня пола и на участке до 1 м в подготовке пола должны выполняться в стальных трубах, защищенных от коррозии и проникания в них влаги.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из негорючих и слабогорючих материалов (группа Г1), допускается несменяемая замоноличенная прокладка групповых сетей в бороздах стен, перегородок, перекрытий, под штукатуркой, в слое подготовки пола или в пустотах строительных конструкций, выполняемая кабелем или проводом в защитной

оболочке. Применение несменяемой замоноличенной прокладки проводов и кабелей в панелях стен, перегородок и перекрытий, выполненной при их изготовлении или выполненной в монтажных стыках при монтаже зданий, не допускается.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из горючих материалов групп Г2 и (или) Г3, допускается: открытая прокладка одиночных кабелей и проводов в защитной оболочке с медными жилами сечением не более 6 мм² в ПВХ изоляции в исполнении НГ или LS без подкладки; скрытая прокладка под штукатуркой кабелей и проводов в защитной оболочке с медными жилами сечением не более 6 мм² в исполнении НГ или LS по намету штукатурки.

В неотапливаемых подвалах, технических подпольях и коридорах, на чердаках, в сырых и особо сырых помещениях, насосных, тепловых пунктах, а также в зданиях, сооружаемых из деревянных конструкций, электропроводки разрешается выполнять открыто.

В помещениях, в которых возможно перемещение технологического оборудования в связи с изменением производственного цикла (торговые, выставочные, демонстрационные и читальные залы, цехи предприятий бытового обслуживания, лаборатории и т.п.), и в помещениях с гибкой планировкой для возможности переустройства электропроводок в процессе эксплуатации рекомендуется предусматривать в полу трубы или каналы с подпольными герметизированными закрывающимися коробками (модульные проводки).

Размещение светильников, а также аппаратов управления освещением в помещениях с гибкой планировкой должно допускать возможность изменения планировки этих помещений.

Групповые сети в помещениях следует выполнять сменяемыми: скрыто - в специальных каналах строительных конструкций, замоноличенных трубах; открыто - в электротехнических плинтусах, коробах и т.п.

Распределительные сети следует выполнять сменяемыми:

- открыто - проводами в пластмассовых трубах и коробах, а также кабелями. В технических подпольях и этажах, помещениях инженерных служб, технических коридорах, подвалах и подпольях допускается прокладка на лотках в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 50571.15](#);
- скрыто - в специальных каналах и пустотах строительных конструкций, в бороздах, штрабах, в слое подготовки пола кабелем или изолированными проводами в защитной оболочке.

Горизонтальные участки распределительных линий при отсутствии подвала или технического подполья разрешается прокладывать в полу, выполненном из негорючих материалов вышележащего этажа.



Стояки питающих линий квартир, групповых линий лестничного освещения в жилых зданиях должны, как правило, прокладываться скрыто, в каналах строительных конструкций (электроблоков), а также в устройствах этажных распределительных прислонного типа. В этих же конструкциях рекомендуется размещать совмещенные этажные электрошкафы (щитки) и ящики для соединений и разветвлений проводников. Разрешается для выполнения стояков применять шинопроводы (комплектные токопроводы) и трубы. Прокладка стояков в квартирах, а также через помещения других собственников не допускается.

В лестничных клетках открытая прокладка кабелей и проводов не допускается. Разрешается прокладка линий питания освещения лестничных клеток и коридоров, а также линий питания квартир в зданиях высотой до 5 этажей в стальных трубах и коробах. Сети освещения шахт лифтов в пределах шахт должны прокладываться скрыто, в вертикальных каналах. Допускается их открытая прокладка.

Совместная прокладка взаиморезервируемых питающих и распределительных линий электроприемников противопожарных устройств, охранной сигнализации и других сетей в одном канале или трубе не допускается. Допускается их совместная прокладка в одном коробе или лотке при наличии разделительной в противопожарном отношении перегородки с огнестойкостью EI 45.

Выводы электропроводки из подготовки пола к технологическому оборудованию, устанавливаемому в удалении от стен помещения (например, в производственных цехах пищеблоков), рекомендуется выполнять в стальных трубах.

Электропроводки в полостях над непроходными подвесными потолками и внутри сборных перегородок рассматриваются как скрытые, и их следует выполнять:

- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных из негорючих материалов НГ и группы горючести Г1, электропроводки выполнять проводами и/или кабелями в удовлетворяющих требованиям пожарной безопасности неметаллических трубах и неметаллических коробах, а также кабелями с индексом нг-LS (не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением);
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г2, электропроводки выполнять проводами и/или кабелями в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X;
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г3, электропроводки выполнять кабелем в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X;
- за подвесными потолками и в пустотах перегородок, выполненных с использованием материалов группы горючести Г4, электропроводки выполнять проводами и/или

- кабелями в обладающих локализационной способностью металлических трубах, а также в обладающих локализационной способностью металлических глухих коробах;
- электропроводка должна быть сменяемой.

Локализационная способность - это способность стальной трубы выдерживать короткое замыкание в электропроводке, проложенной в ней, без прогорания ее стенок.

Сумма площадей поперечных сечений (с изоляцией и оболочкой) проводов и кабелей, прокладываемых в одном коробе, не должна превышать 40% внутреннего поперечного сечения короба. Свободные торцы коробов должны быть закрыты торцевыми заглушками, а торцы коробов с выходящими из них кабелями и проводами должны быть заделаны легко удаляемым негорючим составом. В вентиляционных каналах и шахтах прокладка проводов и кабелей не допускается.

Допускается пересечение каналов и шахт одиночными линиями, выполненными проводами и кабелями, заключенными в трубы.

В одной трубе, одном рукаве, коробе, канале многоканального короба, пучке, замкнутом канале строительной конструкции здания, на одном лотке допускаются следующие варианты совместной прокладки:

- линий питания и управления электроприемников противопожарных устройств;
- линий питания вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха;
- всех цепей одного агрегата (например, агрегата по обработке картофеля в пищеблоке);
- силовых и контрольных цепей нескольких машин, панелей, щитов, пультов, обеспечивающих единый технологический процесс;
- цепей, питающих сложный светильник;
- осветительных сетей напряжением до 50 В с цепями напряжением до 380 В при условии заключения проводов цепей до 50 В в отдельную изоляционную трубку;
- цепей нескольких групп одного вида освещения с общим числом проводов не более 12 (без учета контрольных цепей);
- распределительных линий квартир и рабочего освещения лестниц, коридоров, вестибюлей жилых домов.

Прокладка проводов и кабелей групповых линий рабочего освещения с групповыми линиями аварийного освещения на одном лотке, монтажном профиле, в одном канале многоканального короба, в корпусах и штангах многоламповых светильников не рекомендуется; при необходимости их совместной прокладки должны быть приняты специальные меры, исключающие возможность повреждения огнем проводов аварийного освещения (устройство перегородок, покрытие огнезащитными составами и т.п.).

Не разрешается прокладка в одном канале, рукаве, коробе и других конструкциях групповых линий, питающих разные квартиры, и взаиморезервируемых цепей.

Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки должны быть расположены или ограждены таким образом, чтобы они были недоступны с мест, где возможно частое пребывание людей, например, с балкона или крыльца.

Соединительные и ответвительные коробки, протяжные ящики и другие ответвительные устройства должны быть изготовлены из негорючих материалов. Металлические элементы электропроводок (конструкции, коробка, лотки, трубы, рукава, коробки, скобы) должны быть защищены от коррозии.

В кухнях квартир жилых домов рекомендуется применять те же виды электропроводок, что в жилых комнатах и прихожих.

В ванных комнатах и уборных должна применяться, как правило, скрытая электропроводка. Не допускаются применение защищенных проводов в металлической оболочке, а также прокладка проводов в стальных трубах.

Открытая прокладка незащищенных изолированных проводов на изоляторах должна выполняться на высоте не менее 2 м.

Высота открытой прокладки защищенных проводов и кабелей и проводов, прокладываемых в трубах и коробах, плинтусах и наличниках с каналами для электропроводок, а также спусков к выключателям, розеткам, пусковым аппаратам, щиткам и светильникам, устанавливаемым на стенах, не нормируется.

Места прохода проводов в защитной оболочке и кабелей через стены, перегородки, междуэтажные перекрытия должны иметь уплотнения в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 50571.15](#). Для обеспечения возможности смены электропроводки проход кабелей и проводов в защитной оболочке должен быть выполнен в трубах или коробах; огнестойкость прохода должна быть не менее огнестойкости строительной конструкции, в которой он выполнен. Зазоры между проводами, кабелями и трубой или коробом следует заделывать легкоудаляемой массой из негорючего материала. Допускается прокладывать кабели и провода в защитной оболочке через строительные конструкции в специально выполненных отверстиях.

При скрытой прокладке проводов, как правило, следует применять выключатели и розетки в утопленном исполнении.

Не разрешается скрытая установка по одной оси розеток и выключателей в стенах между разными квартирами.

В жилых комнатах квартир и общежитий должно быть установлено не менее одной розетки на ток 10(16) А на каждые полные и неполные 4 м периметра комнаты, в коридорах квартир

- не менее одной розетки на каждые полные и неполные 10 м^2 площади коридоров. До 2006 г. допускается в панельных домах устанавливать не менее одной розетки на ток 10(16) А на каждые 6 м^2 площади комнаты.

В кухнях квартир следует предусматривать не менее четырех розеток на ток 10(16) А. В кухнях квартир с электроплитами последние следует подключать непосредственно к питающей линии. Допускается подключение через поляризованный штепсельный соединитель.

В жилых комнатах допускается установка сдвоенных розеток на ток 10(16) А. В кухнях допускается установка сдвоенных розеток на ток 16 А. Сдвоенная розетка, установленная в жилой комнате, считается одной розеткой. Сдвоенная розетка, установленная в кухне, считается двумя розетками.

В многоквартирных домах и домах на участках садоводческих товариществ количество розеток определяется заказчиком (заданием на проектирование).

Не нормируется расстояние от розеток, предназначенных для присоединения стационарных кухонных электроплит и кондиционеров, до корпусов этих приборов. При этом не допускается размещать розетки под и над мойками.

Расстояние от корпуса стационарной кухонной электроплиты до заземленных частей сантехнического оборудования, стальных труб отопления, горячего и холодного водоснабжения, моек и радиаторов не нормируется.

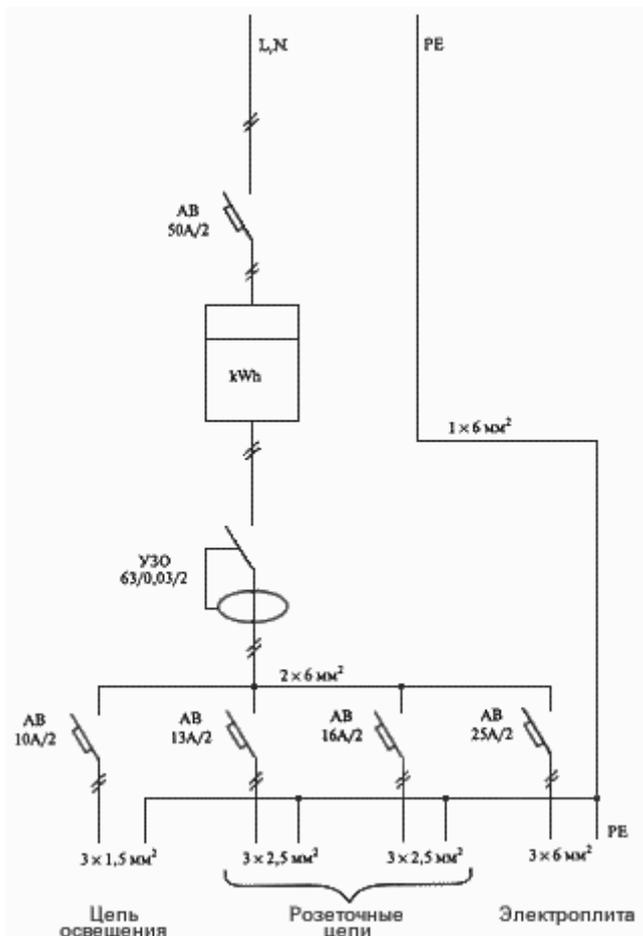


Рис. 1. Схема электроснабжения квартиры с электроплитой с рекомендуемыми сечениями медных проводников.



В прихожей квартиры должен быть установлен электрический звонок, а у входа в квартиру - звонковая кнопка.

Звонковая кнопка и подводка к кнопке должны удовлетворять всем требованиям безопасности. Подводку к звонку и кнопке следует выполнять медным проводом.

Установка электродвигателей на чердаках допускается при условии размещения их над нежилыми помещениями и при соблюдении противопожарных и санитарных норм.

Пусковые аппараты и щиты открытого или защищенного исполнения должны быть установлены в отдельных помещениях со стенами, перекрытиями и полом из несгораемых материалов или в шкафах, выполненных из несгораемых материалов и удаленных от горючих элементов здания на расстояние не менее 0,5 м. Вблизи электродвигателей должен быть установлен отключающий аппарат для обеспечения возможности их безопасного ремонта.

Электродвигатели насосов, вентиляторов, лифтов, а также защитные и пусковые аппараты для них должны быть доступны только для обслуживающего персонала. Исключением являются кнопки управления пожарными насосами и вентиляторами, которые могут быть установлены в местах, необходимых по условиям эксплуатации. Эти кнопки должны быть снабжены соответствующими надписями.

Выключатели в квартирах и общежитиях рекомендуется устанавливать со стороны дверной ручки на высоте до 1 м. Разрешается установка выключателей под потолком, управляемых с помощью шнура.

Выключатели общего освещения в помещениях общественных зданий рекомендуется устанавливать на высоте до 1,5 м от пола.

В жилых комнатах квартир и общежитий, а также в помещениях для пребывания детей рекомендуется устанавливать розетки, снабженные защитным устройством, закрывающим гнезда при вынутой вилке.

В школах и детских дошкольных учреждениях в помещениях для пребывания детей выключатели и розетки должны устанавливаться на высоте 1,8 м от пола.

В силовой сети предприятий общественного питания и торговли розетки следует, как правило, устанавливать на высоте 1,3 м, а пусковые аппараты - на высоте 1,2 - 1,6 м от пола.

Высота установки осветительных и силовых розеток в других общественных зданиях и помещениях выбирается удобной для присоединения к ним электрических приборов в зависимости от назначения помещений и оформления интерьеров, но, как правило, не выше чем на 1 м от пола.

В кабинетах и лабораториях школ розетки на столах учеников, а также лабораторные щитки должны быть подключены через аппарат управления, установленный на столе преподавателя. Линии питания розеток следует подключать через разделительный трансформатор или защищать устройством защитного отключения на ток до 30 мА.

В классных помещениях, учебных комнатах, кабинетах и лабораториях для подключения проекционных аппаратов следует устанавливать три розетки: одну у классной доски, другую на противоположной от доски стене помещения и третью на стене, противоположной оконным проемам.

Розетки для подключения уборочных механизмов должны устанавливаться в торговых залах магазинов, обеденных залах, актовых и спортивных залах, конференц-залах, вестибюлях, холлах, коридорах и других помещениях, в которых необходима механизированная уборка.

Розетки следует устанавливать на расстоянии, обеспечивающем возможность использования уборочных механизмов с питающим проводником длиной до 15 м.

Розетки для подключения электроприборов в магазинах следует устанавливать в гладильных мастерских, расфасовочных, а также в торговых залах для проверки электро- и радиотоваров.

В мастерских ремонта бытовых электроприборов, теле- и радиоаппаратуры следует предусматривать устройства для подключения указанных электроприемников к однофазной сети напряжением 220, 127 В.

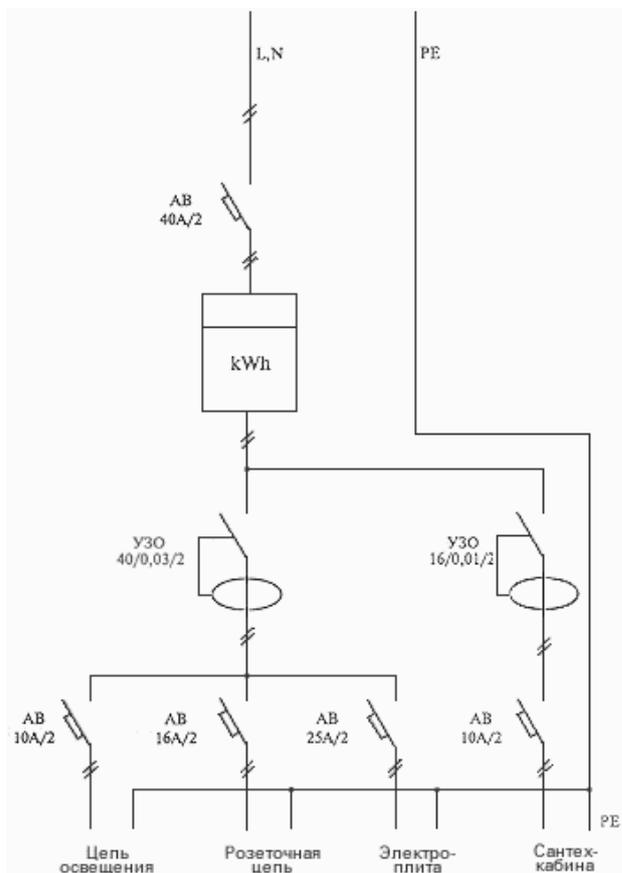


Рис. 2. Схема электроснабжения квартиры

Установка розеток в кладовых не допускается, за исключением кладовых и помещений для подготовки товаров к продаже (кроме помещений с токопроводящими полами), в которых допускается установка на несгораемых основаниях трехполюсных силовых розеток с защитными контактами для питания электроэнергией средств механизации. Розетки в сети аварийного освещения устанавливать не допускается.

В ванных комнатах квартир, в умывальных, душевых, ванных комнатах и преддушевых общежитий и гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по [ГОСТ Р 50571.11](#), присоединенных к сети через разделяющий трансформатор или защищенных УЗО на ток до 30 мА.

Розетки для присоединения переносных светильников следует предусматривать в помещениях, имеющих технологическое оборудование, для ремонта которого недостаточно общего освещения.

Напряжение до 50 В для переносного освещения должно применяться в помещениях светокопировальных, мастерских по обработке металла и древесины, на стоянках электрокара с зарядкой и ремонтом аккумуляторов, в механических сушильно-гладильных отделениях, холодильных станциях, электрощитовых, тепловых пунктах, бойлерных, насосных, машинных отделениях лифтов, технических этажах, в помещениях для оборудования вентиляции и кондиционирования воздуха.

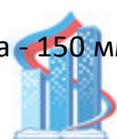
Напряжение 12 В для переносного освещения должно применяться в отделениях механической стирки и приготовления раствора и других помещениях с мокрыми технологическими процессами.

В мастерских металлообработки и других помещениях, в которых возможны замена и перестановка станков, силовую распределительную сеть разрешается выполнять с помощью распределительных шинопроводов.

Для сетей освещения экспозиций в выставочных и демонстрационных залах, а также сетей акцентированного освещения в торговых залах разрешается использование осветительных шинопроводов, в которых обеспечивается разрыв цепи отсоединения до момента извлечения штепсельного устройства из оболочки шинопровода.

Длина проводов ответвлений от групповых линий к электроустановочным изделиям и к светильникам должна приниматься равной:

- для закладных коробок под розетки и к выключателям - 50 мм плюс глубина коробки;
- для светильников с лампами накаливания - 100 мм от потолка;
- для светильников с люминесцентными лампами - 150 мм от потолка (независимо от наличия закладной коробки);
- для электроустановочных изделий открытого монтажа - 150 мм.



Глава 2. Устройство электрических и иных сетей управления жизнеобеспечения зданий и сооружений

Электрическое отопление и горячее водоснабжение

Применение электротеплоснабжения (электрического отопления и горячего водоснабжения) в жилых и общественных зданиях должно быть согласовано в установленном порядке.

Для систем стационарного электротеплоснабжения зданий разрешается применение следующих видов нагревательных приборов: низкотемпературных сухих и масляных радиаторов, устройств распределенного обогрева, электротепловентиляторов, аккумуляционных электропечей, греющих кабелей, конструктивных элементов зданий со встроенными низкотемпературными нагревательными элементами и электроводонагревателей. Нагревательные приборы должны иметь сертификат соответствия и пожарной безопасности.

Электроотопительные приборы должны иметь сертификат соответствия и пожарной безопасности.

Нагревательные приборы, предназначенные для стационарных систем электротеплоснабжения, должны иметь встроенный терморегулятор или термовыключатель. Приборы с принудительной конвекцией должны иметь блокировку от отсутствия обдува нагревательных элементов.

Водонагревательные приборы должны иметь блокировку от включения при отсутствии воды или понижении уровня и термовыключатель.

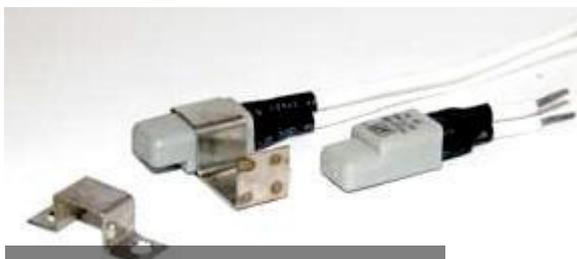


Рис.3. Термовыключатель

Расстояние между электронагревательными приборами и строительными конструкциями должно составлять не менее 60 мм.

Использование нагревательных приборов с непосредственным преобразованием электрической энергии в тепловую в складских помещениях с горючими материалами запрещается. Допускается использование таких нагревателей в помещениях для обслуживающего персонала складов, отделенных от складских помещений стеной.

Нагревательные приборы должны располагаться на негорючих строительных конструкциях. Допускается расположение нагревателей на горючих строительных конструкциях при условии установки между нагревателем и конструкцией слоя из негорючего

теплоизолирующего материала. Отопительные нагревательные приборы следует располагать преимущественно под оконными проемами.

Нагревательные приборы, используемые в системах электроотопления с температурой более 75 °С, должны быть огорожены решетками из негорючих материалов или должны быть применены другие конструктивные меры, исключающие касание или попадание предметов обихода непосредственно на прибор.

В проектах систем электротеплоснабжения должны быть указаны размеры нагревательных приборов, способы их установки и крепления.

Температура наружной поверхности элементов системы электротеплоснабжения в наиболее нагретом месте в нормальном режиме работы не должна превышать, °С:

прибор нагревательный отопительный 85

изоляция провода 65

водонагревательный прибор 90.

В помещениях общественных зданий, оборудованных автоматическими системами пожаротушения, необходимо предусматривать автоматическое отключение электротеплоснабжения при срабатывании систем тушения пожара.

Расстояние от приборов электроотопления до горючих материалов Г2 - Г4 должно быть не менее 0,3 м.

Питание приборов электротеплоснабжения в жилых домах должно осуществляться по независимым от других электроприемников линиям, начиная от квартирных щитков или вводов в здание.

В общественных зданиях питание приборов электротеплоснабжения должно, как правило, быть независимым от других электроприемников, начиная от ВРУ.

Соединение приборов с линиями питания должно быть неразъемным.

При групповом включении нагревательных приборов сечение проводников ответвлений должно составлять не менее половины сечения жилы питающего провода (кабеля). В местах подключения проводников к приборам должен быть запас по длине, обеспечивающий повторное присоединение.

Регулирующие устройства, используемые в системах электротеплоснабжения, должны быть преимущественно бесконтактного типа (тиристорные и т.п.). Допускается использование магнитных пускателей, размещенных в металлических оболочках со степенью защиты не ниже IP44.

В соответствии с [ГОСТ 16617](#) электроприборы, за исключением электрокаминов и инфракрасных обогревателей, следует оснащать сигнализацией включенного состояния электроприбора в сеть, при наличии двухполюсных выключателей - включенного состояния нагревательных элементов.

Датчики температуры, используемые в системе регулирования, должны иметь возможность изменения уставки.

Автоматический регулятор температуры должен иметь возможность ручного отключения.

Учет электроэнергии, измерительные приборы

Расчетные счетчики электрической энергии следует устанавливать в точках балансового разграничения: на ВРУ, ГРЩ и на вводах низшего напряжения силовых трансформаторов ТП, в которых щит низшего напряжения обслуживается эксплуатационным персоналом абонента, на вводах в квартиры жилых домов.

При питании от общего ввода нескольких потребителей, обособленных в административно-хозяйственном отношении, допускается установка одного общего расчетного счетчика. В этом случае на вводе каждого потребителя (субабонента) следует устанавливать счетчики контрольного учета для расчетов с основным абонентом.

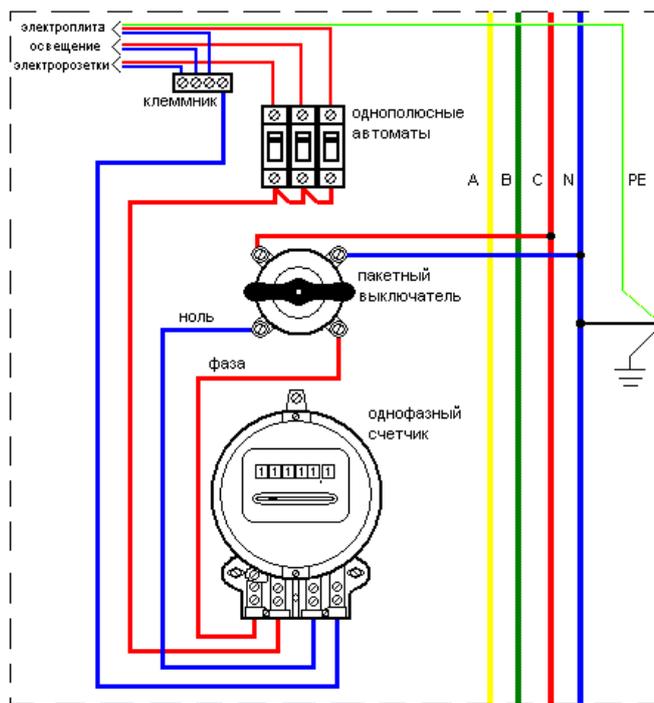
Питающие линии от общего ввода до вводов субабонентов должны быть защищены от механических повреждений, а способ прокладки должен обеспечивать их сменяемость.

Для потребителей помещений общественного назначения, встроенных в жилые дома или пристроенных к ним, расчетные счетчики следует устанавливать на вводах каждого из них независимо от источника питания - ТП, ВРУ жилого дома или ВРУ одного из потребителей.

В жилых домах следует устанавливать, как правило, один однофазный или трехфазный счетчик на каждую квартиру или многоквартирный дом.

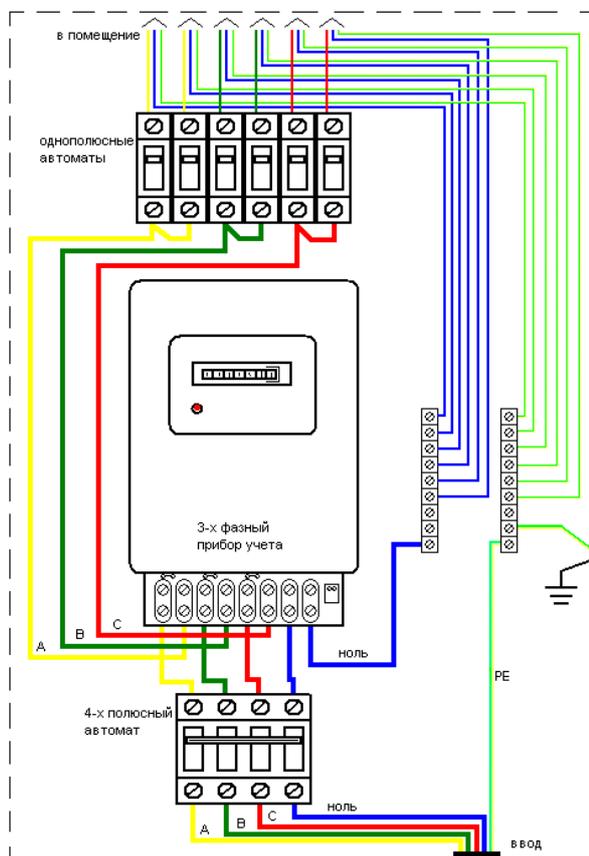
Наглядная **схема подключения однофазного электрического счетчика** в стандартных электрощитах следующая:





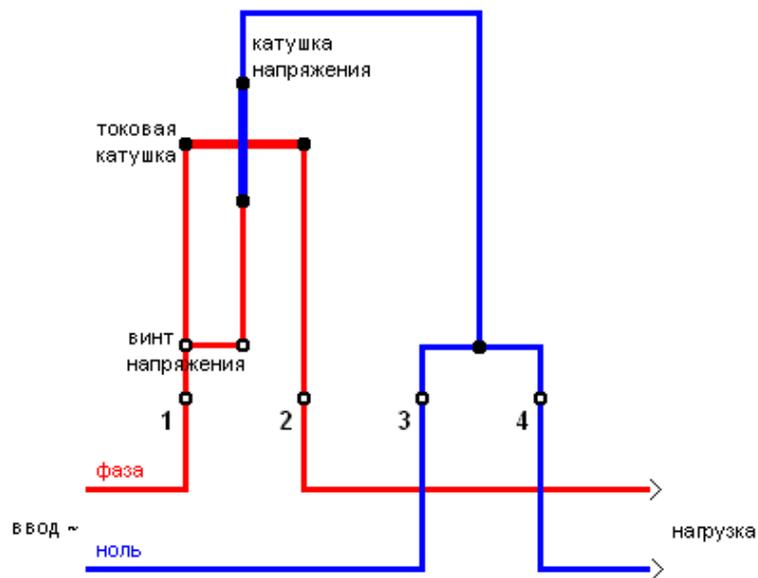
Примечание: фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом, заземляющий проводник "PE" - желто-зеленым. Вместо пакетного выключателя может быть установлен **двухполюсный автомат**. Схема подключения индукционного счетчика не отличается от схемы подключения электронного.

Наглядная **схема подключения трехфазного электрического счетчика** прямого включения в четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



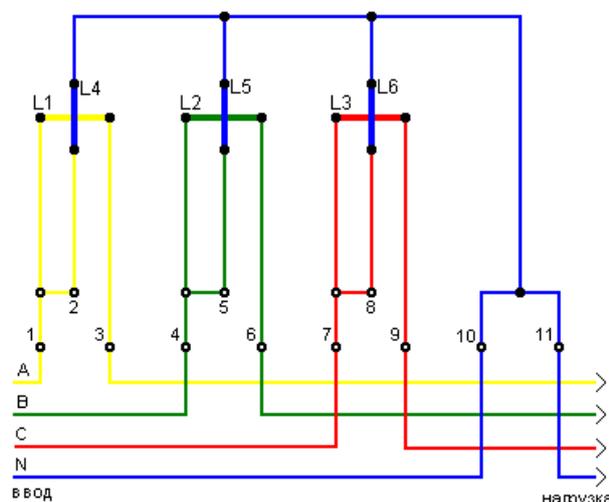
Примечание: фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом, заземляющий проводник "РЕ" - желто-зеленым. Обязательно соблюдение прямого порядка чередования фаз напряжений на колодке зажимов счетчика. Определяется фазоуказателем или прибором ВАФ. Прямой порядок чередования фаз напряжений - ABC, BCA, CAB (по часовой стрелке). Обратный порядок чередования фаз напряжений - ACB, CBA, BAC, создает дополнительную погрешность и вызывает самоход индукционного счетчика активной энергии. Счетчик реактивной энергии при обратном порядке чередования фаз напряжений и нагрузки вращается в обратную сторону.

Схема однофазного индукционного электрического счетчика:



Примечание: фазный провод и токовая катушка обозначены красным цветом; нулевой провод и катушка напряжения обозначены синим цветом.

Схема соединений трехфазного индукционного счетчика прямого включения для четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



Примечание: фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом; L1, L2, L3 - токовые катушки; L4, L5, L6 - катушки напряжения; 2, 5, 8 - винт напряжения; 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11 - клеммы для подключения электропроводки к счетчику.

В общежитиях квартирного типа, кроме общего учета, следует предусматривать счетчики контрольного учета электроэнергии, потребляемой каждой квартирой.

На вводах предприятий и организаций общественного назначения, встраиваемых в общежития, должны устанавливаться контрольные счетчики для расчетов с основным абонентом (дирекцией общежития).

На ВРУ жилых домов должны устанавливаться счетчики для учета потребления электроэнергии общедомовым освещением, силовыми электроприемниками, встроенными помещениями и т.п. Количество счетчиков определяется схемой вводных устройств и количеством тарификационных групп, к которым относятся электроприемники. Счетчики для квартир рекомендуется размещать совместно с аппаратами защиты.

При установке квартирных щитков в прихожих квартир счетчики могут устанавливаться на этих щитках, допускается их установка в этажных щитках. Вопрос о месте установки счетчика должен быть согласован с местным энергосбытом с учетом типа здания и планировочных решений. Счетчики следует выбирать с учетом их допустимой перегрузочной способности.

Перед счетчиком, непосредственно включенным в сеть, на расстоянии не более 10 м по длине проводки для безопасной замены счетчика должен быть установлен коммутационный аппарат или предохранитель, позволяющий снять напряжение со всех фаз, присоединенных к счетчику.

После счетчика, включенного непосредственно в питающую сеть, должен быть установлен аппарат защиты возможно ближе к счетчику, но не далее чем на расстоянии 3 м по длине электропроводки. Если после счетчика отходят несколько линий, снабженных аппаратами защиты, установка общего аппарата защиты не требуется. Если после счетчика отходят несколько линий, снабженных аппаратами защиты, которые размещены за пределами помещения, где установлен счетчик, то после счетчика должен быть установлен общий отключающий аппарат.

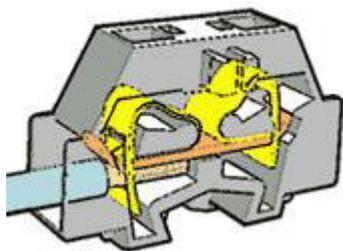


Рис. 4. Клеммник

На вводах в здания, если это признается целесообразным по условиям эксплуатации, разрешается устанавливать амперметры и вольтметр для контроля тока и напряжения в каждой фазе.

Под расчетными счетчиками при трансформаторном включении должны устанавливаться испытательные колодки (клеммники).



Глава 3. Безопасность и качество устройства наружных электрических сетей

Опоры воздушных линий электропередачи

Общая характеристика опор воздушных линий

Опоры воздушных линий поддерживают провода на необходимом расстоянии от поверхности земли, проводов других линий, крыш зданий и т. п. Опоры должны быть достаточно механически прочными в различных метеорологических условиях (ветер, гололед и пр.).

В качестве материала для опор на сельских линиях широко применяют древесину деревьев хвойных пород, в первую очередь сосны и лиственницы, а затем пихты и ели (для линий напряжением 35 кВ и ниже). Для траверс и приставок опор ель и пихту применять нельзя.

Деревянные опоры изготавливают из круглого леса — бревен со снятой корой. Стандартная длина бревен колеблется от 5 до 13 м через 0,5 м, а диаметр в верхнем отрубе — от 12 до 26 см через 2 см. Толщину бревна в комле, то есть в нижнем, толстом конце, определяют естественной конусностью ствола дерева. Изменение диаметра бревна на каждый погонный метр его длины, называемое сбегом, принимается 0,8 см. Чем больше длина бревен для опор (чем длиннее лес), тем выше стоимость кубического метра древесины. Древесина опор подвергается воздействию внешних условий и особенно переменной влажности в месте заделки в землю. Вследствие этого она загнивает, разрушается и, если не принять специальных мер, быстро выходит из строя.

Срок службы опор из непропитанной древесины составляет: для опор из сосны 4 - 5 лет, из лиственницы 14 -15 лет, из ели 3- 4 года. В южных районах, где высокие температуры способствуют ускоренному гниению древесины, срок службы непропитанных опор уменьшается в 1,5 - 2 раза против приведенных цифр. В связи с этим необходимо применять бревна, только пропитанные антисептиком, за исключением лиственницы зимней рубки, которая не требует пропитки.



Наилучшим способом антисептирования древесины опор признана пропитка ее каменноугольным маслом, получаемым при перегонке сырой каменноугольной смолы. Хорошие результаты дает также пропитка антраценовым маслом и флегмой. Влажность древесины должна быть не более 25 %.

Бревна, предназначенные для изготовления опор, при пропитке загружают в стальной цилиндр. В него вводят консервирующую жидкость и создают на некоторое время давление до 0,9 МПа для того, чтобы жидкость проникла в глубь

древесины. После этого в цилиндре создают разрежение, чтобы жидкость стекла. На этом процесс пропитки заканчивается. Срок службы опор при описанном способе пропитки значительно увеличивается и достигает 25 - 30 лет. В зарубежной практике он принимается даже 35 - 40 лет.

Сосновую и еловую древесину можно пропитывать водорастворимыми антисептиками. Для этой цели рекомендуется доналит разных марок. При пропитке древесины в стальных цилиндрах под давлением влажность ее может быть в пределах от 30 до 80 %. Древесину загружают в цилиндр на 15 мин, создают в нем вакуум, затем на 1...2,5 ч подают раствор антисептика под давлением 1,3 МПа.

Древесину при влажности 60 - 80 % можно пропитывать водорастворимыми антисептиками также в ваннах в течение 20 ч с последующим прогревом до 100 - 110 °С в течение 2 ч.

Древесину из ели, пихты и лиственницы перед пропиткой любым способом следует накалывать на глубину 15 мм. Длина накола 6 - 19 мм, ширина 3 мм. Сетка наколов зависит от вида пропитки.

Для увеличения срока службы опор, пропитанных водорастворимыми антисептиками, рекомендуют через 15 - 17 лет эксплуатации ставить на них антисептические бандажи. Бандаж ставят на часть опоры, расположенную выше поверхности земли на 30 см и ниже ее также на 30 см. Его изготавливают из полосы толя, рубероида или пергамина шириной 70 см. На опору наносят слой антисептической пасты, бандаж прибивают гвоздями и обвязывают проволокой. Столб возле бандажа и сам бандаж покрывают слоем битума.

Учитывая ядовитые и опасные в пожарном отношении свойства антисептиков, работу по пропитке древесины диффузионным методом проводят с соблюдением правил безопасности.

Железобетонные опоры воздушных линий

Железобетонные опоры широко применяются на ВЛ до 500 кВ включительно. Срок службы железобетонных опор в среднем в два раза выше, чем деревянных, хорошо пропитанных опор. Отпадает необходимость в использовании древесины, повышается надежность электроснабжения.

При изготовлении железобетонных опор для обеспечения необходимой плотности бетона применяются виброуплотнение и центрифугирование. Виброуплотнение производится различными вибраторами (инструментами или навесными приборами), а также на вибростолах. Центрифугирование обеспечивает очень хорошее уплотнение бетона и требует специальных машин—центрифуг. На ВЛ 110 кВ и выше стойки опор и траверсы порталных опор – центрифугированные трубы, конические или цилиндрические. На ВЛ 35 кВ стойки – центрифугированные или из вибробетона, а для воздушных линий более низкого

напряжения – только из вибробетона. Траверсы одноствоечных опор – металлические оцинкованные.

Металлические опоры воздушных линий

Металлические опоры (стальные), применяемые на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше, достаточно металлоемкие и требуют окраски в процессе эксплуатации для защиты от коррозии. Устанавливают металлические опоры на железобетонных фундаментах. Независимо от конструктивного решения и схемы металлические опоры выполняются в виде пространственных решетчатых конструкций.



Классификация опор воздушных линий по назначению

По назначению опоры воздушных линий разделяют на промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные.

Промежуточные опоры предназначены только для поддержания проводов, их не рассчитывают на одностороннее тяжение. В случае обрыва провода с одной стороны опоры при креплении его на штыревых изоляторах он проскальзывает в вязке и одностороннее тяжение снижается. При подвесных изоляторах гирлянда отклоняется и тяжение также снижается.

Промежуточные опоры составляют подавляющее большинство (свыше 80 %)

опор, применяемых на воздушных линиях.

На **анкерных опорах** провода закрепляют жестко, поэтому такие опоры рассчитывают на обрыв части проводов. К штыревым изоляторам на анкерных опорах провода крепят особенно прочно, увеличивая при необходимости число изоляторов до двух или трех. Часто на анкерных опорах вместо штыревых ставят подвесные изоляторы. Будучи более прочными, анкерные опоры ограничивают разрушения воздушных линий в аварийных случаях.



Для надежности работы линий анкерные опоры устанавливают на прямых участках не реже чем через 5 км, а при толщине слоя гололеда свыше 10 мм не реже чем через 3 км. Концевые опоры — это разновидность анкерных. Для них одностороннее тяжение проводов — не аварийное состояние, а основной режим работы.



Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления воздушной линии. При нормальном режиме угловые опоры воспринимают одностороннее тяжение по биссектрисе внутреннего угла линии. Углом поворота линии считают угол, дополняющий до 180° внутренний угол линии.

При небольших углах поворота (до 20°) угловые опоры выполняют по типу промежуточных, для больших углов поворота (до 90°) — по типу анкерных.



Специальные опоры сооружают при переходах через реки, железные дороги, ущелья и т. п. Они обычно значительно выше нормальных, и их выполняют по особым проектам.

На воздушных линиях применяются специальные опоры следующих типов: *транспозиционные* – для изменения порядка расположения проводов на опорах; *ответвительные* – для выполнения ответвлений от основной линии; *переходные* – для пересечения рек, ущелий и т. д.

Транспозицию применяют на линиях напряжением 110 кВ и выше протяженностью более 100 км для того, чтобы сделать емкость и индуктивность всех трех фаз цепи ВЛ одинаковыми. При этом последовательно меняют на опорах взаимное расположение проводов по отношению друг к другу на разных участках линии. Провод каждой фазы проходит одну треть длины линии на одном, вторую – на другом и третью – на третьем месте. Одно такое тройное перемещение проводов называют циклом транспозиции

Классификация опор воздушных линий по конструкции

По конструкции различают опоры цельностоечные и составные из стоек и приставок. Деревянные опоры выполняют на деревянных либо на железобетонных приставках. При прохождении воздушных линий по местам, где возможны низовые пожары, следует применять опоры с железобетонными приставками. Для цельностоечных опор, которые желательно использовать, необходимо применять длинномерную антисептированную древесину высокого качества, что ограничивает их распространение.



Большинство промежуточных опор выполняют одностоечными. Анкерные и конечные опоры выполняют А-образными. Для напряжений 110 кВ и выше опоры промежуточного типа выполняют П-образными, а анкерного А — П-образными.

За рубежом при изготовлении анкерных, конечных и других сложных опор применяют оттяжки из стального троса. У нас они распространения не получили.



При сооружении опор воздушных линий должны быть выдержаны расстояния между проводами и другими предметами, находящимися в непосредственной близости от линии.



На линиях напряжением до 1 кВ в I - III районах гололедности расстояние между проводами должно быть не менее 40 см при вертикальном расположении проводов и наибольшей стреле провеса 1,2 м, а в IV и особом районах по гололеду — 60 см. При других расположениях проводов во всех районах по гололеду при скорости ветра при гололеде до 18 м/с расстояние между проводами 40 см, а при скорости ветра более 18 м/с — 60 см.

Расстояние по вертикали между проводами разных фаз на опоре при ответвлении от воздушной линии и пересечении разных линий должно быть не менее 10 см. Расстояние между изоляторами ввода должно быть не менее 20 см.

При подвеске проводов линий напряжением до 1 кВ на общих опорах с проводами линий напряжением до 10 кВ включительно вертикальное расстояние между проводами высшего и низшего напряжений должно быть не менее расстояния, требуемого для линий высшего напряжения.

Наименьшее допустимое расстояние от проводов воздушных линий до поверхности земли или воды называют габаритом линии. Габарит линии зависит от районов, в которых она проходит.



На промежуточных опорах для напряжений 6 - 20 кВ, устанавливаемых в населенной местности, предусматривают двойное крепление проводов на штыревых изоляторах, а на анкерных и угловых опорах применяют подвесные изоляторы.

Железобетонные опоры, как правило, выполняют цельностоечными. Для напряжения 0,38 кВ их схемы напоминают схемы деревянных опор. На напряжении 0,38 кВ их применяют для подвески пяти, восьми и девяти проводов таких же и больших сечений, что и на деревянных опорах.. Все промежуточные опоры выполняют одностоечными, свободно стоящими, а анкерные и угловые — с подкосами.

Для напряжений 35 кВ железобетонные опоры изготавливают без прокладки грозозащитного троса и с тросом. Последние применяют на подходах к трансформаторным подстанциям.



Монтаж воздушных линий электропередачи

Электрические сети (ЭС), расположенные на открытых территориях вне зданий, часто выполняют **воздушными линиями (ВЛ)**. За длину пролета воздушной линии на местности принимают горизонтальное расстояние между центрами двух смежных опор.

Анкерным участком называют сумму длин пролетов между опорами анкерного типа. Под стрелой провеса проводов f при одинаковой высоте точек подвеса подразумевают вертикальное расстояние между линией, соединяющей точки подвеса, и низшей точкой провода. За габарит линии H принимают наименьшее расстояние по вертикали при наибольшем провисании проводов до уровня земли или пересекаемых сооружений.

Углом поворота трассы линии называют угол между направлениями линий в смежных пролетах. Под тяжением провода понимают усилие, направленное по оси провода. Механическое напряжение провода получают делением величины тяжения на величину площади поперечного сечения провода.

Промежуточные опоры устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях не должны воспринимать усилий, направленных вдоль воздушной линии.

Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях должны воспринимать тяжение проводов смежных пролетов.



Анкерные опоры устанавливают на пересечениях с различными сооружениями, а также в местах изменения

количества, марок и сечений проводов. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы от разности тяжения проводов, направленные вдаль воздушной линии. Анкерные опоры должны иметь жесткую конструкцию.

Концевые опоры устанавливают в начале и конце воздушной линии. А также в местах кабельных вставок. Они являются опорами анкерного типа.

Ответительные опоры устанавливают в местах ответвления от воздушной линии.

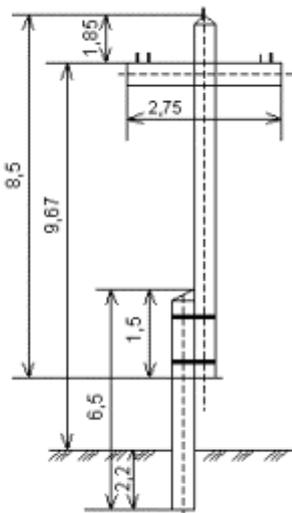
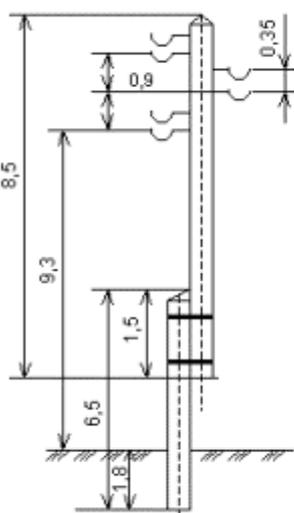


Перекрестные опоры устанавливают в местах пересечения воздушной линии в разных направлениях.

Промежуточный пролет – это расстояние по горизонтали между двумя смежными промежуточными опорами. На воздушной линии до 1 кВ длина пролетов от 30 до 50 м, а на воздушной линии выше 1 кВ длина пролетов от 100 до 250 м.

Устройство и конструкции воздушных линий

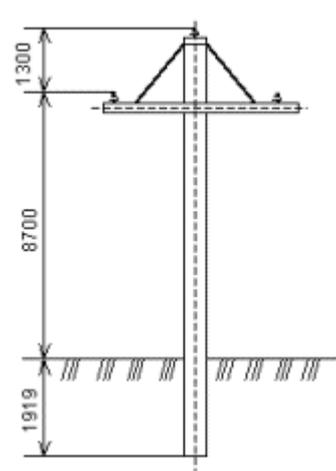
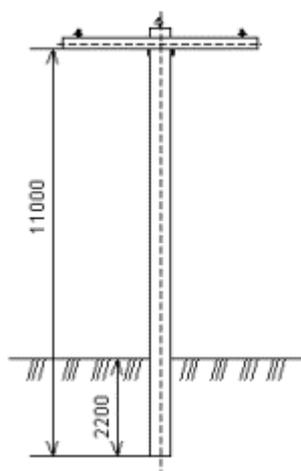
Воздушные линии имеют следующие конструктивные элементы: провода, опоры, изоляторы, арматуру для крепления проводов на изоляторах и изоляторы на опорах. Воздушные линии бывают одноцепные и двучепные. Под одной цепью понимают три провода одной трехфазной линии или два провода однофазной линии. Для ВЛ применяют алюминиевые, сталеалюминиевые и стальные провода. Опоры для воздушных линий изготавливают из дерева и железобетона. Деревянные опоры просты в изготовлении, дешевы, но недолговечны. Железобетонные опоры дороже, но прочнее.



изоляторы, арматуру для крепления проводов на изоляторах и изоляторы на опорах. Воздушные линии бывают одноцепные и двучепные. Под одной цепью понимают три провода одной трехфазной линии или два провода однофазной линии. Для ВЛ применяют алюминиевые, сталеалюминиевые и стальные

При изготовлении деталей деревянных опор применяют пиломатериалы хвойных пород.

Железобетонные промежуточные опоры выполняют одностоечными с горизонтальным расположением проводов на штыревых изоляторах. Опоры рассчитаны на подвеску проводов марок А25 – А70, АС16 – АС50, и ПС25. высота штыря до 175 мм. штыри заземляют приваркой к выпускам арматуры из железобетонной траверсы.



Для ответвлений до 1 кВ к вводам зданий можно применять алюминиевые провода и из его сплавов сечением не менее 16 мм²



На воздушных линиях применяют штыревые изоляторы, которые доставляют к месту монтажа в решетчатых ящиках. Отбраковку изоляторов производят визуально перед отправкой их на трассу.

Сборка и установка опор воздушных линий

Для сооружения воздушных линий напряжением до 1000 В применяются деревянные и железобетонные опоры. Деревянные опоры бывают разнообразных конструкций .

Для изготовления деревянных опор используют главным образом древесину деревьев хвойных пород (лиственницы, пихты, сосны и др.). Диаметр сосновых бревен для основных элементов опор (стоек, приставок, траверс, подкосов) воздушных линий до 1000 В должен быть не менее 14 см, а для вспомогательных деталей (ригелей, подтраверсных брусьев и т. п.) - не менее 12 см.

Древесина опор недолговечна и, например, срок службы деревянных непропитанных сосновых опор около 5 лет. Опасными разрушителями древесины являются столбовой гриб, розовый трутовик, шпальный грибок и такие насекомые, как жуки-роговосты, черные усачи и термиты.

Увеличение срока службы деревянных опор в 3 - 4 раза достигается путем обработки их различными химическими веществами - антисептиками, процесс обработки деревянных опор называют антисептированием. В качестве антисептиков применяют креозотовое масло, фтористый натрий, уралит, донолит и др.

Деревянные опоры изготавливают, антисептируют и собирают на специальных полигонах и стройзаводах, а затем на автомашинах с прицепами доставляют к месту установки.

Одностоечные деревянные опоры доставляют на трассу в собранном виде, а многостоечные (А-образные и др.) - частично собранными. Эти опоры собирают на месте.

Перед сборкой все детали опоры тщательно осматривают: у них не должно быть таких дефектов, как разрушение защитных покрытий (антисептических, антикоррозийных), повреждение резьбы болтов и шпилек, глубоких раковин на металлических хомутах и бандажах и т. п. В процессе эксплуатации наиболее быстро повреждается участок деревянной опоры, расположенный на 30 - 40 см ниже и выше уровня земли, т. е. в месте, где древесина наиболее интенсивно подвергается переменному воздействию атмосферных осадков и содержащейся в земле влаги.

В целях экономии древесины деревянные опоры делают составными - соединяют стойку опоры с деревянной или железобетонной приставкой (пасынком). Составные опоры образуют прочную конструкцию, применение которой повышает надежность работы воздушной линии электропередачи и срок ее службы.



Деревянные опоры широко применяются при строительстве воздушных линий, особенно в районах, богатых лесами, но, как уже указывалось, деревянные опоры недолговечны, поэтому они постепенно заменяются железобетонными опорами, срок службы которых составляет 50 - 60 лет.

Железобетонные опоры воздушных линий напряжением до 1 кВ имеют коническую форму и прямоугольное или кольцевое (круглое) сечение. Для облегчения массы стойку железобетонной опоры на значительной части ее длины делают пустотелой.

Железобетонные опоры снабжены жестким металлическим каркасом из арматурной стали, повышающим механическую прочность опоры, они служат для подвески на них проводов на траверсах или крюках: в последнем случае в теле опоры при ее изготовлении оставляют отверстия для установки в них крюков.

В железобетонной опоре имеется специальный вывод, приваренный к арматуре каркаса для присоединения его к нулевому проводу линии с заземленной нейтралью. Железобетонную опору устанавливают в блочных фундаментах или непосредственно в земле с подкладкой под нее железобетонной плиты.

Оснастка железобетонных опор производится практически так же, как оснастка деревянных опор, несколько отличаясь только некоторыми второстепенными операциями. Работы по оснастке опор выполняют до их подъема и установки в котловане, что позволяет применять различные механизмы и таким образом намного облегчить труд монтажников.

При прохождении воздушной линии по лесным и зеленым насаждениям вырубка просеки необязательна. Вертикальные и горизонтальные расстояния до проводов при наибольшей стреле провеса и небольшом отклонении до деревьев и кустов должно быть не менее 1 м.

Ямы под опоры бурят с применением буровых машин. При невозможности использования буровых машин ямы копают вручную.

Под одностоечные опоры ямы бурят точно по оси трассы. Штангу бура при бурении размещают строго в вертикальном положении.

Размеры заглубления опор определяют по таблице в зависимости от высоты опор, числа укрепленных на опоре проводов, вида грунта, а также от способа производства земляных работ. При ручной копке ям, их копают на 30 – 50 см глубже.

Траверсы угловых опор располагают по биссектрисе угла поворота линии. На опоры наносят их порядковый номер и год установки. Нумерация опор идет от источника питания.

Траверсы, кронштейны и изоляторы устанавливают до подъема опоры. Изоляторы перед монтажом тщательно осматривают и отбраковывают. Изоляторы не должны иметь трещин,

сколов, повреждений глазури. Чистка изоляторов металлическим предметом не допускается. Штыревые изоляторы навертываются на крюки или штыри, обмотанные паклей. Оси штыревых изоляторов располагают вертикально.

Крюки и штыри для предохранения от ржавчины порывают асфальтовым лаком.

Крепление проводов на штыревых изоляторах выполняют проволочными вязками.

Провода соединяют соединительными зажимами или сваркой. Провода можно соединять скруткой с последующей пайкой. Крепление проводов на опорах одинарное. Двойное крепление выполняется при пересечениях воздушной линии с линией связи и сигнализации, контактных проводов, дорог и в населенных пунктах.

Собранные и развезенные по трассе опоры, устанавливают по трассе с помощью бурильно-крановых машин или автокранов.

Штыревые изоляторы, закрепленные на крюках, на стволах деревянных опор без траверс. В опоре буровом высверливают отверстия, в которые ввертывают хвосты крюков. Штыри с изоляторами для установки на траверсах закрепляются гайкой.

Стройка воздушной линии ведется поточным методом. Монтаж проводов разбивают на операции: раскатка проводов, соединение проводов, подъем проводов на промежуточные опоры, натяжка проводов и крепление проводов на анкерных и промежуточных опорах.

Раскатку проводов с барабанов производят тракторами или автомашинами и ведут от одной анкерной опоры до другой.

При раскатке отмечают места обнаруженных дефектов проводов. Перед натяжкой в этих местах выполняют ремонт.

Монтаж вертолетом опоры ВЛ из гнутого профиля ЭЛСИ

(смотреть видео в интернете)



Изоляторы воздушных линий электропередач

Применяются следующие типы изоляторов:

- фарфоровые штыревые типа ШС-6, ШС-10 - для линий напряжением 6... 10 кВ;
- фарфоровые штыревые типа Ш-20, ШД-35 - для линий напряжением 20...35 кВ;
- подвесные фарфоровые или стеклянные изоляторы ПФ и ПС - для линий напряжением 35 кВ и выше.



- Изоляторы типа ШД и ШС крепятся к опорам на крюках и штырях. При напряжении ПО кВ и выше применяются только подвесные изоляторы, которые собираются в гирлянды).

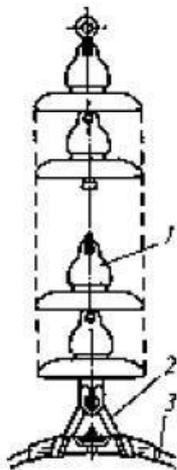


Рис. 5.
Гирлянда подвесных изоляторов:
1 - изолятор; 2 - зажим для крепления провода; 3 - провод

Гирлянды подвесных изоляторов бывают поддерживающие и натяжные. Поддерживающие изоляторы располагаются вертикально на промежуточных опорах, натяжные гирлянды используются на анкерных опорах и находятся почти в горизонтальном положении. На ответственных участках ЛЭП применяют сдвоенные гирлянды. Число изоляторов в гирлянде зависит от напряжения ЛЭП, эффективной и нормированной длины пути утечки и материала опоры (требуемого уровня изоляции). На деревянных и железобетонных опорах при напряжении 35 кВ берется два подвесных изолятора в гирлянде, при

напряжении 110 кВ - шесть изоляторов, при напряжении 220 кВ - двенадцать изоляторов. На металлических опорах берется на один-два изолятора больше. На воздушных линиях напряжением выше 220 кВ для защиты гирлянд от повреждений при возникновении дуги короткого замыкания применяются защитные рога и кольца.

Монтаж трансформаторных подстанций и распределительных устройств

Технология монтажа комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки

КРУ монтируются только в помещениях, где закончены все строительные работы.

Установочные конструкции под КРУ изготавливают из уголков или швеллеров, которые устанавливают горизонтально, выверяя по уровню. Неровность допускается 1 мм на 1 м длины и 5 мм по всей длине. Согласно [ПУЭ](#) эти конструкции присоединяют к контуру заземления полосовой сталью 40 x 4 мм не менее чем в двух местах.

При монтаже шкафов КРУ в помещении ширина прохода для однорядной установки должна быть равной длине выкатной тележки плюс 0,8 м, для двухрядной – длине одной тележки плюс 1 м. расстояние от шкафов до боковых стен не менее 0,1 м.

Монтаж камер КСО и шкафов КРУ начинают с крайней камеры. Проверяют правильность установки камеры по горизонтали и вертикали только после этого устанавливают следующую камеру. По окончании установки корпуса камер соединяют болтами, начиная с крайней камеры. В первую очередь затягивают нижние болты, а затем верхние.



С помощью шнура проверяют прямолинейность верхней части камер и при необходимости регулируют их положение с помощью стальных подкладок. Вкатывая тележку, проверяют правильность установки шкафов КРУ. Подвижные части тележки и неподвижные части шкафа должны совпадать, а положение тележки надежно фиксироваться. Особенно тщательно проверяют работу шторок, которые должны опускаться и подниматься без перекосов и заеданий, а также действие механической блокировки.

Выверенные шкафы КРУ и камеры КСО окончательно закрепляются электросваркой к установочной конструкции в четырех углах. Что также обеспечивает надежное заземление шкафов и камер. Далее выполняют монтаж сборных шин, соблюдая цвета фаз. Для этого необходимо снять с шинного отсека шкафа наружные листы. Ответительные шины присоединяют к сборным болтами.



Приборы и аппараты, снятые на время перевозки, устанавливают после монтажа шин и присоединяют к первичным и вторичным цепям согласно схемы.

Поверхности сборных шин в местах контактов промывают и смазывают вазелином. Эти поверхности нельзя зачищать напильником или наждачной шкуркой, так как на заводе эти места порыты специальным сплавом олова с цинком против коррозии. После установки сборных шин всей секции затягивают болты всех контактных соединений. Проверяют работу выключателей, разъединителей, вспомогательных контактов и блокировочных устройств.

Ножи разъединителя в камерах КСО при включении должны входить в неподвижные контакты плавно, без перекосов на глубину 30 мм и не доходить до упора на 3 – 5 мм. Привод разъединителя должен автоматически запирается в крайних положениях фиксатором.



Выключатели типа ВМП – 10 после монтажа их на опорные конструкции, выверяют по вертикали и по осям камеры не допуская перекосов.

Приводы выключателей поступают на монтаж обычно в собранном и отрегулированном состоянии. Регулировку привода совместно с выключателем проводят по заводской инструкции.

После подсоединения отходящих и питающих кабелей и проводов цепей вторичной коммутации все металлические конструкции КРУ (КСО) присоединяют к сети заземления. Заземление выполняют приваркой рам

корпусов камеры в двух местах к магистрали заземления.

КРУ наружной установки

Комплектные распределительные устройства наружной установки (КРУН) применяют для распределительных устройств подстанций энергосистем, а также в составе КТП 35/6-10 кВ. Они состоят из отдельных шкафов.

Шкафы со встроенным оборудованием и коридором управления. Задняя стенка шкафов и боковые одновременно являются стенками помещения. Передняя часть шкафов оформлены аналогично передней части шкафов КРУ внутренней установки.

Технология монтажа КРУН

До начала монтажа все работы по фундаменту под КРУН должны быть закончены. Фундамент проверяют на соответствие чертежам проекта. Особое внимание необходимо обратить на правильность выполнения закладных швеллеров-оснований под шкафы КРУН и надежность их крепления к фундаментным стойкам.

Закладные основания под КРУН выполняют из рихтованных швеллеров № 12. Несущую поверхность выполняют в одной плоскости, соединяют с контуром заземления не менее чем в двух местах полосовой сталью сечением 40 x 4 мм.



Шкафы КРУН к месту монтажа доставляются в упакованном виде. Перед установкой шкафов КРУН их снимают с поддонов тары, выкатывают тележки из корпуса КРУНа и устанавливают корпуса в соответствии со схемой их расположения в распределительном устройстве.

Монтаж КРУН начинают с крайнего шкафа. Только после проверки правильности установки монтируемого шкафа, приступают к монтажу следующего. Соединяя корпуса шкафов КРУН на их боковинах для уплотнения прокладывают резиновую трубку, предварительно смазанную клеем. Крышу коридора управления монтируют и стыкуют с торцевой, передней и задней стенками распределительного устройства. Аналогично собирают следующую пару элементов передней стенки и крыши.

Затем монтируют последующие элементы передней стенки и крыши распределительного устройства. Со стороны еще пока неустановленной второй торцевой стенки КРУН закладывают сборные шины, закрепляют их на шинодержателях, к которым присоединяют отпайки. Далее устанавливают компенсаторы сборных шин, перегородки отсеков, ТСН, присоединяют к нему ошиновку, закрепляют задние стенки шкафов КРУН, собирают и закрепляют вторую торцевую стенку.

Корпуса шкафов КРУН не должны иметь качаний и перекосов. При вкатывании тележки в шкаф, тележка не должна иметь перекосов при любом ее положении в корпусе, т.е. при перемещениях тележки её колеса должны опираться на направляющие.

На крыше шкафов для монтажа отходящих воздушных линий или вводов закрепляют кронштейны. Они поставляются в разобранном виде вместе со шкафами КРУН. После этого монтируют ошиновку ввода, отходящей линии, делают связь со шкафа ввода на шкаф ТСН. В коридоре управления монтируют навесные шкафы вторичных цепей, блоки питания соленоидов включения выключателей и блоков питания оперативного тока, а также выключатели освещения. Выполняют монтаж освещения.

Силовые кабели монтируют через заднюю дверцу в задней стенке шкафа. Так как в шкафах КРУН дно металлическое, для прохода кабеля в нем вырезают необходимое количество отверстий. После прокладки силового кабеля это отверстие уплотняют для защиты от попадания внутрь влаги, снега, пыли. Монтаж вторичных цепей между шкафами КРУН сводится к соединению штепсельных разъемов. Затем соединяют оперативные шинки и шинки питания, присоединяют жилы контрольных кабелей внешних соединений.

КТП внутренней установки

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП - [ГОСТ 14695-80*](#)

«Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500 кВхА на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия») внутренней установки состоят из трехфазных понижающих трансформаторов, высшего напряжения, которых 6 или 10 кВ, а низшее напряжение 0,4 кВ и шкафов РУ. Шкафы РУ изготавливают секционными, линейными и вводными. Они состоят из шинной и коммутационных частей, разделенных перегородками.



В шкафах распределительного устройства (РУ) напряжением до 1 кВ размещены коммутационная и защитная аппаратура: выдвижные универсальные автоматические выключатели, релейная аппаратура АВР, измерительные приборы, а также измерительные трансформаторы тока.

Схемы управления, защиты и сигнализации оборудования КТП выполняют на оперативном переменном токе. Подстанции имеют один или два трансформатора мощностью 250, 400, 630, 1000, 1600, и 2500 кВА., которые поставляются заполненными трансформаторным маслом с азотной подушкой или с маслорасширителем, а также сухими со стекловолоконистой изоляцией. КТП с трансформаторами, заполненными трансформаторным маслом, можно применять только при устройстве под ними маслосборных приемков и расстояние между двумя КТП не менее 10 м.



Комплектные трансформаторные подстанции укомплектовывают шкафами предупредительной сигнализации. В зависимости от заказа шкафы распределительного устройства укомплектовывают различными схемами.

Монтаж комплектных трансформаторных подстанций

Приступая к монтажу комплектной трансформаторной подстанции внутренней установки проверяют оси подстанции, выверяют отметки основания под опорные швеллеры распределительного устройства и салазки трансформаторов, а также необходимые размеры строительной части.

Блоки распределительного устройства поднимают инвентарными стропами, которые крепят за скобы. Если скобы отсутствуют, то блоки распределительного устройства устанавливают на фундаменты с помощью катков, выполненных из отрезков металлических труб. Если блоки распределительного устройства не имеют опорных швеллеров то увеличивают количество катков не менее четырех на блок.

Многоблочные распределительные устройства монтируют поэтапно. Блоки устанавливают поочередно, предварительно снимая специальные заглушки, которые закрывают выступающие концы шин. Установочные швеллеры шкафов соединяют сваркой с помощью перемычек из полосовой стали сечением 40 x 4 мм. после установки блоков приваривают шины заземления к опорным швеллерам.

Распределительные устройства соединяют с трансформатором гибкой перемычкой и закрывают коробом из листовой стали, который поставляется в комплекте с комплектной трансформаторной подстанцией. При выполнении присоединения к выводам трансформатора необходимо знать, что чрезмерные изгибающие усилия при затяжке гаек могут вызвать течь масла. Соединение шин выполняют с помощью болтов. Короб к трансформатору и вводному шкафу крепят болтами.



По окончании монтажа блоков КТП проверяют исправность проводки приборов, надежность крепления болтовых соединений, особенно контактных и заземляющих, работу механической блокировки, состояние изоляторов. После этого подсоединяют кабели высокого и низкого напряжения. Для заземления КТП швеллеры приваривают к контуру заземления в двух местах.

[Устранение течи трансформаторного масла Т-1500 на трансформаторной группе ТИ-4 п/ст](#)
(смотреть видео в интернете)



Монтаж проводов и грозозащитных тросов

Основным документом, по которому осуществляется монтаж проводов и грозозащитных тросов, является проект производства работ. Для выполнения основной операции при монтаже проводов – навески на опоры проводов – выполняется ряд подготовительных операций, в том числе:

- доставка барабанов с проводами на место их раскатки;
- доставка изоляторов и арматуры на пикеты, где производится их сборка;
- закладка якорей для промежуточной анкеровки проводов (если это требуется) в длинных анкерных пролетах.

Раскатка проводов

Раскатка проводов производится после подписания акта, подтверждающего окончание работ по установке и выверке опор и ликвидации недоделок на опорах и оттяжках.

Главная задача при раскатке проводов – обеспечить сохранность проводов и оцинковки троса.

Вывозимые на трассу партии барабанов с проводом должны быть подобраны с одинаковыми или близкими строительными длинами провода (табл. 1).

Таблица 1

Строительная длина сталеалюминиевых проводов для ВЛ по [ГОСТ 839-80*](#)

Номинальное сечение, мм ²	Длина, м, не менее	Номинальное сечение, мм ²	Длина, м, не менее	Номинальное сечение, мм ²	Длина, м, не менее
10	3000	95	1500	300	2000
16	3000	120	2000	330	2000
25	3000	150	2000	400	1500
35	3000	185	2000	450	1500
50	3000	205	2000	500	1500
70	2000	240	2000	550	1200

Характеристика деревянных барабанов для проводов и грозозащитных тросов приведена в табл. 2



Таблица 2

Характеристика деревянных барабанов для проводов ВЛ

Номер барабана	Диаметр, мм		Длина шейки, мм	Диаметр осевого отверстия, мм	Масса барабана (с обшивкой), кг
	щеки	шейки			
5	500	200	230	35	18
6	600	200	250	35	25
8	800	450	230	50	43
8а	800	450	400	50	51
8б	800	450	500	50	53
10	1000	545	500	50	56
10а	1000	500	710	50	—
12	1220	650	500	70	132
12а	1220	650	710	70	151
12б	1220	600	600	70	—
14	1400	750	710	70	217
14а	1400	900	500	70	200
14б	1400	1000	600	70	234
14в	1400	750	710	70	—
14г	1400	750	900	70	—
16	1600	1200	600	70	308
16а	1600	800	800	80	—
17	1700	900	750	80	367
17а	1700	900	900	80	390
18	1800	1120	900	80	535
18а	1800	900	1100; 900	80	494
18б	1800	1120	1100	80	—
18в	1800	1120	1150	80	—
20	2000	1220	1000	80	763
20а	2000	1000	1060	80	725
20б	2000	1500	1000	80	941
22	2200	1320	1000	100	965
22а	2200	1480	1050	100	1029
22б	2200	1680	1100	100	1110
22в	2200	1320	1150	100	—
25	2500	1500	1300	120	1540
26	2650	1500	1500	120	1812
30	3000	1800	1800	150	2334
30а	3000	2500	1700	150	—

Развозку барабанов с проводом и грозозащитным тросом производят в соответствии с картой развозки барабанов, на которой указывается место установки барабана и направление раскатки.

Раскатку барабанов с проводом производят либо с транспортеров, раскаточных тележек, саней, либо с неподвижных устройств, на которые с помощью вала устанавливают барабаны. Предпочтение отдается первому способу. Раскатку начинают от анкерной опоры на очень малой скорости, не допуская волочения проводов по земле. Оставшиеся на барабане 10–15 витков разматывают вручную в обратную сторону. При раскатке следующих барабанов

оставляют концы, длиной по 2–3 м с каждой стороны для сращивания. При раскатке барабанов необходимо добиваться синхронности работы раскаточного устройства и скорости движения трактора.

Раскатку проводов и канатов волочением можно применять только в тех случаях, когда исключается возможность их повреждения, например, по травяному покрову, гладкому льду, неглубокому снегу и т. п. Чтобы ограничить волочение проводов и канатов по земле, их при прохождении опор закладывают в раскаточные ролики и поднимают на опоры, после чего продолжают раскатку до следующей опоры. Во время раскатки ведется наблюдение за правильностью сматывания провода с барабана и повреждениями провода и троса.

Повреждения помечают и устраняют до подъема их на опоры. В зависимости от конструкции опор для ускорения работы одновременно раскатывают сразу несколько проводов.

Расщепленные провода в одной фазе раскатывают одновременно с раскаточных тележек, на которых установлены два или три барабана. Порядок производства работ при раскатке одновременно нескольких проводов тот же, что и при раскатке одного провода.

Раскатку проводов в горных условиях осуществляют в направлении снизу вверх. На отдельных коротких участках, где трактор не может пройти, раскатку производят с применением вспомогательного троса для протягивания проводов и канатов вручную или трактора с лебедкой. Диаметр троса лебедки выбирают: при раскатывании одного барабана – 11 мм; двух барабанов – до 15,5 мм; трех барабанов – до 17 мм.

При раскатке проводов встречающиеся на трассе препятствия, недоступные для прохода тракторов и машин, преодолеваются вручную или с помощью трактора и лебедки со вспомогательным тросом, установленными за пределами препятствия. При этом барабаны с проводом (тросом) располагают у последней опоры, ограничивающей препятствие, и производят раскатку вручную по всей длине препятствия. Затем провод (трос) укладывают в монтажные ролики и поднимают на опоры. Один конец провода, сходящий с барабана, прикрепляют к тяговому канату трактора или лебедки и вытягивают.

Для избежания волочения проводов по земле используются специальный комплект машин. Сначала по роликам, прикрепленным к элементам опоры, под тяжением раскатывают стальной тяговый канат диаметром 11–13 мм, а затем этим канатом, соединенным с проводом, под тяжением раскатывают провод, равный примерно половине проектной длины. Во время раскатки провод не должен касаться поверхности земли.

При раскатке провода тяговая машина создает натяжение на 20–25 % больше усилия тормозной машины. После раскатки на конце провода монтируют натяжной зажим для гирлянды изоляторов, которые прикрепляют к анкерной опоре.



Соединение проводов и грозозащитных тросов

Соединение сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов производят одновременно с их раскаткой. Способы соединения сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов ВЛ приведены в табл. 3.

Таблица 3*Монтаж проводов и грозозащитных тросов*

АС 240/56	–	САС	САС	ПАС	ПАС-240
АС 300/39	–	САС	САС	ПАС	ПАС-300, ПА-400
АС 300/48	–	САС	САС	ПАС	ПАС-300, ПА-400
АС 300/66	–	САС	САС	ПАС	ПАС-300, ПА-400
АС 300/67	–	САС			ПАС-300, ПА-400
АС 300/204	–	САС	–	ПАС	ПАС-400
АС 330/30	–	САС	САС	ПАС	ПАС-300, ПА-400
АС 330/43	–	САС	САС	ПАС	ПАС-300, ПА-400
АС 400/18	–	САС	САС	ПАС	ПАС-400, ПА-500
АС 400/22	–	САС	САС	ПАС	ПАС-400, ПА-500
АС 400/51	–	САС	САС	ПАС	ПАС-400, ПА-500
АС 400/64	–	САС	САС	ПАС	ПАС-400, ПА-500
АС 400/93	–	САС			ПАС-400,
АС 450/56	–	САС	САС	ПАС	ПАС-400, ПА-500
АС 500/26	–	САС	–	–	ПАС-500
АС 500/27	–	САС	САС	ПАС	ПАС-500
АС 500/64	–	САС	САС	ПАС	ПАС-500, ПА-625
АС 500/336	–	САСУС	–	ПАС	–
АС 550/71	–	САС	–	–	ПАС-600
С 50	–	СВС	СВС	–	–
С 70	–	СВС	СВС	–	–
С 100	–	СВС	–	–	–

Примечание. Допускается соединение сталеалюминиевых проводов сечением до 185 мм² в пролетах методом скручивания с последующей сваркой выпущенных концов, а сечением 240 мм² и выше в шлейфах анкерных опор – сваркой концов проводов с последующим

опрессованием алюминиевых корпусов зажимов гидравлическими прессами.

Перед соединением проводов важное значение имеет подготовка проводов и арматуры к соединению. Подготовка к соединению заключается в основном в очистке провода и арматуры от грязи, удалении оксида алюминия и смазки соединяемых концов. Подготовка должна производиться очень быстро, так как алюминий быстро окисляется.

Соединение проводов методом скручивания. Подготовленные соединяемые концы проводов с двух сторон внахлестку вводят в овальный соединительный зажим типа СОАС. На выступающие концы накладывают бандажи и устанавливают зажим в приспособление МИ-189А для проводов сечением до 35 мм² или в приспособление МИ-230А для проводов сечением от 50 до 185 мм². Число оборотов должно быть не менее четырех. При соединении проводов марки АС 185 между ними вставляют вкладыш.

Соединение проводов опрессованием выполняют поэтапно. Перед опрессованием выправляют концы проводов и накладывают первый бандаж из проволоки. Концы проводов обрезают. Затем накладывают второй бандаж на расстоянии 115 мм от конца на проводах от АС 185/24 до АС 330/43 и 125 мм – на проводах от АС 330/66 и выше. Для проводов АС 400/18 и АС 400/22 это расстояние также равно 115 мм. На расстоянии 5 мм от второго бандажа удаляют алюминиевые жилы, не допуская при этом повреждения стального сердечника. Свободный конец стального сердечника промывают бензином. На один конец стального сердечника надевают стальной сердечник зажима. Второй конец сердечника провода вводят в сердечник зажима с другой стороны, так чтобы проволоки второго конца проходили между проволоками первого сердечника и выходили с другой стороны на 10–15 мм с каждой стороны. Опресовку стального сердечника зажима производят по всей длине от середины к концам, перекрывая предыдущее место опрессовки не менее чем на 5 мм. На очищенную поверхность алюминиевой части провода и сердечник зажима надвигают корпус зажима и опрессовывают его от середины к концам, перекрывая предыдущий сжим не менее чем на 5 мм. Провода соединяют с помощью зажима САС.

Соединения проводов в шлейфах выполняют петлевыми переходными зажимами типа ПАС или сваркой термитным патроном. При этом концы проводов опрессовывают лапками зажимов, а зажимы соединяют болтами. При переходе с одной марки проводов на другую в шлейфах анкерных опор устанавливают петлевые переходные прессуемые зажимы типа ПП. Опрессование лапок зажима производят приспособлением типа МИ.

Соединение грозозащитных тросов осуществляют с помощью соединительных зажимов типа СВС.

Использование энергии взрыва. Этот метод применяется для опрессования соединительных, шлейфовых, натяжных, ответвительных и ремонтных зажимов при соединении сталеалюминиевых проводов АС 240 – АС 500, АС 70/72, а также при соединении стальных канатов грозозащитных тросов С 50 и С 70. При этом опрессование

стального сердечника и алюминиевой оболочки провода осуществляют за один раз. Соединение взрывом может выполняться на высоте. Опрессование взрывом может производиться только при наличии разрешения на право производства взрывных работ. Подготовку провода и монтаж зажимов при этом производят по технологии, аналогичной для опрессования гидравлическим способом.

Соединение проводов взрывом производят в соответствии с Технологическими правилами по производству работ при опрессовке проводов с использованием энергии взрыва.

Соединение проводов сваркой термитными патронами применяют при соединении проводов в шлейфах анкерных опор. Термитные патроны выпускаются двух типов: ПАС и ПА. Патроны ПАС состоят из стальной трубки, на которой запрессована термитная шашка, и алюминиевого вкладыша. Сбоку на шашке наносят красную метку. Патроны типа ПА состоят из трубки с надетой на нее термитной шашкой с вертикальным отверстием и колпачков или втулок, надеваемых на свариваемые провода. Соединение сталеалюминиевых проводов сваркой производят в соответствии с Типовой инструкцией по сварке неизолированных проводов с помощью термитных патронов.

Опрессование натяжных зажимов типа НАС. Перед опрессовкой петлевой части, анкера и линейной части натяжного зажима производится тщательная подготовка проводов. Концы соединяемых проводов промывают бензином на длину запрессовки в зажиме, протирают и наносят защитную смазку, после чего провод зачищают металлической щеткой до блеска. При опрессовании места опрессовки перекрываются следующим обжимом не менее чем на 5 мм.

При сооружении ВЛ в пролетах, пересекающих инженерные сооружения, допускается одно соединение на провод (трос) в следующих случаях: сталеалюминиевый провод сечением 240 мм^2 с отношением алюминиевых проволок к стальным $A: C > 4,29$; если отношение $A: C > 1,46$ – при любом сечении провода; при расщепленной фазе из трех сталеалюминиевых проводов с отношением $A: C > 4,29$ – сечением 150 мм^2 и выше; в стальных канатах грозозащищенных тросов сечением 120 мм^2 и более.

Натяжение проводов и тросов

После окончания работ по раскатке и соединению проводов производят их подъем на опоры для визирования и окончательного закрепления. Натяжение может осуществляться отдельно каждого провода или одновременно двух или трех проводов через уравнильные блоки.

При вертикальном расположении проводов монтаж их начинается с верхних проводов, а при наличии грозозащитных тросов монтаж начинается с них. В ряде случаев целесообразно поднимать провода с гирляндами изоляторов и монтажными роликами. В таких случаях производят предварительную сборку гирлянд изоляторов.



Количество изоляторов в гирлянде и их тип зависят от напряжения линии, материала опор, механических нагрузок и определяются проектной организацией. Изоляторы, имеющие трещины, сколы, царапины глазури, плохую оцинковку, к сборке не допускаются. Собирают гирлянды вершинами в сторону подъема. В собранной гирлянде к верхнему ее изолятору прикрепляют серьгу, а к нижнему – ушко.

В собираемую гирлянду устанавливают все элементы арматуры, за исключением натяжного или поддерживающего зажима, который крепится вместе с проводом.

Все замки изоляторов устанавливают так, чтобы запирающие концы замков были расположены книзу у натяжных гирлянд и в сторону стойки опоры у поддерживающих гирлянд. Подъем монтажного подвеса и гирлянды изоляторов с проводом и монтажным роликом производится через специальные такелажные блоки, укрепленные на траверсе опоры у места подвеса гирлянды (рис. 6).

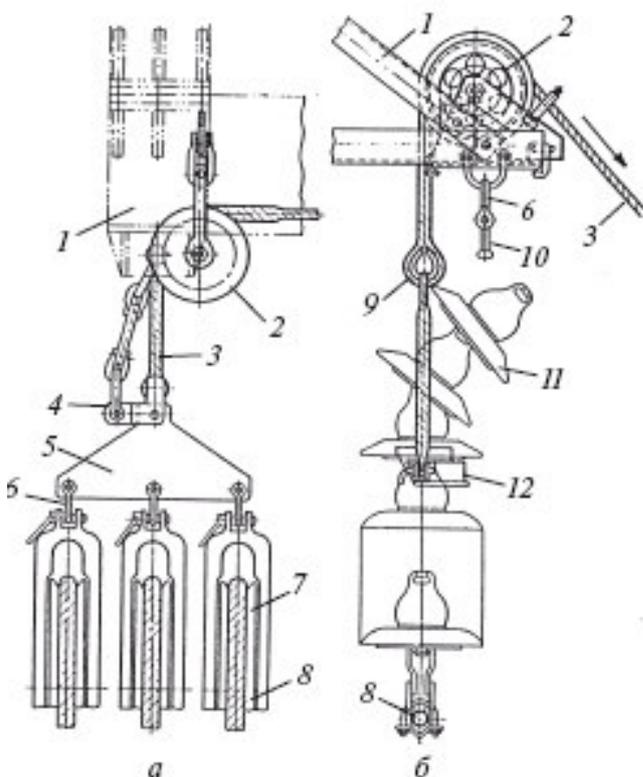


Рис. 6. Схема подъема монтажного подвеса с проводами ВЛ 500 кВ (а) и подъема гирлянды изоляторов с проводами ВЛ 220 кВ (б): 1 – траверса опоры; 2 – блок; 3 – такелажный трос; 4 – монтажное промежуточное звено; 5 – коромысло; 6 – скоба СК-8; 7 – раскаточный ролик; 8 – провод; 9 – коуш; 10 – серьга СР-6; 11 – изолятор; 12 – захват

Во избежание перегрузки траверсы устанавливают два отводных блока. Один из них укрепляют на стойке опоры траверсы, а другой – на стойке опоры внизу. Подъемный трос пропускают через блоки и к одному его концу крепят гирлянду или монтажный ролик, а к другому концу – тяговый механизм (трактор, вездеход или другой механизм). Поднятую гирлянду или ролик с проводом присоединяют к узлу крепления гирлянды на траверсе опоры. После подвески всех гирлянд с проводом на одной опоре монтажную оснастку перемещают на другую опору и т. д. После подъема проводов на опоры производят их натягивание. Во время натягивания проводов обе анкерные опоры, между которыми

проводится натяжка, должны быть усилены временно устанавливаемыми оттяжками. Если опоры рассчитаны на одностороннее тяжение проводов, оттяжки можно не устанавливать.

Натягивание производят последовательно. К траверсе первой анкерной опоры крепят монтажный ролик, а выше ролика – блок. В монтажный ролик закладывают провод (трос), а через блок пропускают тяговый трос. Один конец троса закрепляют к монтажному зажиму, а другой – к тяговому трактору.

Тяговый механизм (трактор) устанавливают от анкерной опоры на расстоянии не менее 50 м по направлению монтажа. Трактором подтягивают раскатанный провод и на расстоянии, достаточном для выбора слабины провода, устанавливают на проводе монтажный натяжной зажим с закрепленным к нему тросом. Провода подготовлены к натяжке. Одновременно с подготовкой к натягиванию проводов на промежуточных опорах пролетов, в которых будут визироваться стрелы провеса провода, устанавливают визирные рейки, по которым производят глазомерное визирование.

Рейки устанавливают на стойки опор горизонтально, перпендикулярно к натягиваемым проводам. Высоту установки визирных реек определяют как сумму расстояния от места крепления монтажного ролика к траверсе до оси провода, лежащего на раскаточном ролике, и величины провеса. Визирные рейки, установленные на опорах на расчетной высоте, крепят вязальной проволокой или специальными струбцинами (рис. 7).

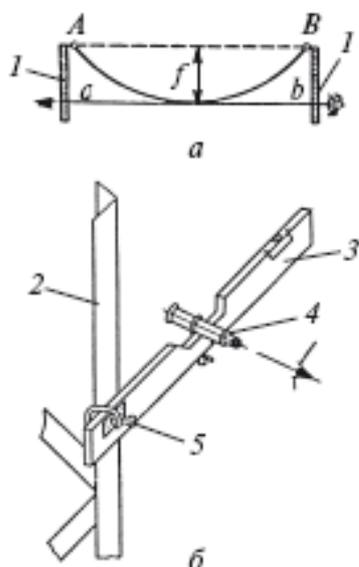


Рис. 7. Схема визирования проводов (а) и приспособление для визирования проводов (б): ab – линия визирования; AB – прямая, соединяющая точки подвеса гирлянд изоляторов; f – стрела провеса провода; 1 – визирные рейки, укрепленные на опорах; 2 – стойка опоры; 3 – рейка с уровнем; 4 – окуляр; 5 – струбцина для крепления

При анкерном пролете меньше 3 км визирование проводят в двух промежуточных пролетах, а при пролете больше 3 км – в каждой трети анкерного участка.

Визирование проводов производят два электролинейщика, расположенные на опорах так, чтобы глаз наблюдателя был на уровне рейки. При натяжении электролинейщик смотрит на

рейку соседней опоры, определяя подъем нижней точки провода до уровня прямой линии, соединяющей обе визирующие линейки. При достижении такого совпадения он подает сигнал другому электролинейщику, который отмечает положение провода на анкерной опоре. При горизонтальном расположении проводов первым визируется средний провод, а при вертикальном – визирование начинается с верхнего провода. Как правило, провод сначала натягивают выше уровня визирования на 0,3–0,5 м и выдерживают на этой высоте 5–10 мин для его вытягивания.

После окончательного визирования и нанесения необходимых отметок провод опускают на землю и монтируют натяжной зажим. Закрепив гирлянду на траверсе, проводят повторное визирование и определяют фактическую стрелу провеса.

Перекладку проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы производят как наверху, так и внизу со спуском провода на землю. Поддерживающий зажим при его монтаже на земле устанавливают на отметке провода (троса), сделанной перед отцеплением ролика от траверсы. Одновременно на проводе монтируют гасители вибрации.

В отдельных случаях, например, при пересечении автомобильных и железных дорог, линии электропередачи и связи, рек, оврагов и т. п., монтаж проводов (тросов) осуществляется методом отмера проводов. Аналитически, с учетом длины пролета и заданного провеса, вычисляют необходимую длину провода. Монтаж проводов методом отмера выполняется в соответствии с Методическими указаниями по монтажу проводов (тросов) на переходах ВЛ методом отмера без предварительной вытяжки и визирования, разработанными институтом «Оргэнергострой».

Монтаж проводов на переходах через судоходные реки, каналы, железные и автомобильные дороги, линии электропередачи, линии связи и другие объекты осуществляется в соответствии с ППР, разработанными для каждого перехода и согласованными с владельцами объектов.

Монтаж проводов на горных склонах выполняют специально подготовленные рабочие, владеющие техникой альпинизма. Они должны иметь специальную одежду, быть оснащены специальным альпинистским снаряжением и инструментом, средствами сигнализации. Работы выполняются в соответствии с проектом производства работ.

Защитное заземление. Молниезащита
(смотреть видео в интернете)



Глава 4. Устройство наружных линий связи, в том числе телефонных, радио, телевидения

Телефонизация объектов капитального строительства

Телефонизация предполагает проведения полного комплекса работ по телефонизации зданий и сооружений и включает в себя:

1) Получение всех необходимых документов, а именно, в процессе разработки проекта телефонизации объекта-новостройки выполняются следующие работы:

- получение технических условий на телефонизацию объекта;
- оформление допуска на работу с технической документацией;
- работа в техучете телефонного узла с технической документацией для выбора оптимальной трассы прокладки кабеля в телефонной канализации;
- разработка проекта наружных сетей телефонизации с учетом технических условий и требований;
- разработка проекта внутренней сети телефонизации с учетом технических условий и требований;
- получение всех необходимых согласований для сдачи проекта наружных и внутренних сетей телефонизации.

2) В случае если телефонизация объекта предполагает **проектирование телефонной канализации**, выполняются следующие работы:

- заказ геоподосновы;
- оформление допуска на работу с технической документацией;
- работа в техучете телефонного узла с технической документацией для выбора оптимальной трассы строительства телефонной канализации;
- разработка трассы кабельной канализации (части проекта телефонной канализации), устройство колодцев (при наличии сводного плана сетей и технических условий эксплуатирующей организации);
- изготовление продольных профилей кабельной канализации (части проекта телефонной канализации);
- разработка проекта телефонной канализации;
- получение согласований смежных организаций, эксплуатирующей организации;
- согласование проекта телефонной канализации в техучете.

Таким образом, **проект телефонизации** включает в себя разделы:

- внутренняя сеть телефонизации;



- внешние сети телефонизации;
- телефонная канализация.

В условиях сложившейся застройки, телефонные узлы часто выдают технические условия на **вынос линейно-кабельных сооружений из зоны строительства**, что требует разработки дополнительного проекта на вынос ЛКС. Объем работ по выносу линейно-кабельных сооружений сопоставим с объемом работ по телефонизации объекта, и, как правило, включает в себя разделы:

- вынос внешних сетей телефонизации;
- телефонная канализация.

Результатом работ по телефонизации зданий и сооружений является получение Акта приемки телефонизации.

Безопасность наружных линий связи

Защита линии связи, выходящих за пределы охраняемых помещений или за пределы всего объекта, представляет собой очень серьезную проблему, так как эти линии чаще всего оказываются бесконтрольными, и к ним могут подключаться различные средства съема информации.

Экранирование информационных линий связи между устройствами технических средств передачи информации (ТСПИ) имеет целью, главным образом, защиты линий от наводок, создаваемых линиями связи в окружающем пространстве. Наиболее экономичным способом экранирования является групповое размещение информационных кабелей в экранирующем изолированном коробе. Когда такой короб отсутствует, приходится экранировать отдельные линии связи.

Для защиты линий связи от наводок необходимо разместить линию в экранирующую оплетку или фольгу, заземленную в одном месте, чтобы избежать протекания по экрану токов, вызванных неэквипотенциальностью точек заземления. Для защиты линий связи от наводок необходимо минимизировать площадь контура, образованного прямым и обратным проводом линии. Если линия представляет собой одиночный провод, а возвратный ток течет по некоторой заземляющей поверхности, то необходимо максимально приблизить провод к поверхности. Если линия образована двумя проводами, имеет большую протяженность, то ее необходимо скрутить, образовав бифиляры (витую пару). Линии, выполненные из экранированного провода или коаксиального кабеля, по оплетке которого протекает возвратный ток, также должны отвечать требованиям минимизации площади контура линии.

Наилучшую защиту одновременно от изменений напряженности электрического и магнитного полей обеспечивают информационные линии связи типа экранированного бифиляра, трифиляра (трех скрученных вместе проводов, из которых один используется в

качестве электрического экрана), триаксиального кабеля (изолированного коаксиального кабеля, помещенного в электрический экран), экранированного плоского кабеля (плоского многопроводного кабеля, покрытого с одной или с обеих сторон медной фольгой).

Для уменьшения магнитной и электрической связи между проводами необходимо сделать следующее:

- уменьшить напряжение источника сигнала или тока;
- уменьшить площадь петли;
- максимально разнести цепи;
- передавать сигналы постоянным током или на низких частотах;
- использовать провод в магнитном экране с высокой проницаемостью;
- включить в цепь дифференциальный усилитель.

Безопасность цифровых АТС

Появление на отечественном рынке и внедрение в эксплуатацию современных импортных цифровых АТС приводят к повышению уязвимости телефонных сетей связи и информационных ресурсов организаций.

Незащищенная ЦАТС, являющаяся в повседневных условиях основным средством управления, а в ряде случаев базовым средством при создании телекоммуникационных сетей, может подвергаться определенным угрозам, таким как:

- вывод из строя технических средств ЦАТС;
- прослушивание переговоров внутренних абонентов;
- прослушивание помещений, в которых установлены телефонные аппараты, в т.ч. при положенной трубке;
- копирование, изменение персональных данных абонентов.
- копирование, изменение тарификационных данных.
- несанкционированное использование услуг, предоставляемых ЦАТС.

В соответствии с законодательством РФ, информационные системы органов государственной власти, организации, которые обрабатывают документированную информацию с ограниченным доступом, а также средства защиты этих систем, подлежат обязательной сертификации по требованиям безопасности информации.

Юридические и физические лица, в соответствии со своими полномочиями владеющие информацией о гражданах, получающие и использующие ее, несут ответственность за нарушение режима защиты, обработки и порядка использования этой информации в соответствии с законодательством РФ.

Для обеспечения безопасной эксплуатации цифровых АТС проводится следующий комплекс работ:



- СЕРТИФИКАЦИЯ систем разграничения доступа к средствам администрирования цифровых АТС на соответствие требованиям руководящих документов ФСТЭК России.
- АУДИТ технологии эксплуатации ЦАТС, по результатам которого разрабатываются заключение и рекомендации по блокированию потенциальных угроз.
- Проверка правильности и корректности настроек программного обеспечения и конфигурации цифровой АТС на объекте.
- Определение и установка необходимых технических и программно-аппаратных средств защиты, в т.ч. на телефонные аппараты, разработка и реализация организационно-распорядительных мероприятий по защите.
- АТТЕСТАЦИЯ цифровых АТС, как объектов информатизации, на соответствие требованиям ФСТЭК России по безопасности информации с оформлением аттестатов соответствия по установленной форме.

Радиофикация

Радиофикация - это система звукового вещания, в которой звук (речь, музыка) передаётся большому числу слушателей (абонентам) посредством электрических колебаний, распространяющихся по проводным сетям (автономным вещательным либо телефонным). Звуковой сигнал поступает на центральную усилительную станцию из центра чрезвычайных ситуаций либо через станцию междугородной телефонной связи из областного, или столичного центра МЧС. На различных участках линий радиофикации номинальное (рабочее) напряжение в проводах различно: обычно 960 в — в магистральных фидерных линиях, 120 в — в распределительных фидерных линиях, 30 в — в абонентских линиях. Все усилительные станции и трансформаторные подстанции крупных узлов системы автоматизированы и управляются дистанционно с центральной усилительной станции. В менее крупных городах и населённых пунктах городского типа узел радиофикации структурно может быть ограничен 3, 2 или 1 звеном. Высокая надёжность работы системы радиофикации обеспечивается резервированием усилителей и питанием трансформаторных подстанций по двум фидерам — от разных опорных усилительных станций, а также системой локализации повреждений в сети.

Сигнал вещания поступает на усилительную станцию в районном центре с междугородного вещательного канала, существуют также варианты когда этот сигнал принимается радиоприёмником, установленным на усилительной станции. Распределительная сеть радиовещания строится таким образом чтобы к станции были подсоединены фидерные линии, по которым осуществляется трансляция в соседние населённые пункты. Зачастую надёжность линий и качество звучания передаваемых программ плохие. Поэтому в тех местах, где возможен устойчивый радиоприём на УКВ частотах, часто устанавливают сельские автоматизированные узлы САУ. В таких районах вещательные программы принимают на станции таких же узлов от ближайшей передающей радиостанции. По



кодированным командам производится автоматическое включение и выключение узлов, которые передаются той же радиостанцией.

Линии радиофикации в городах, как правило, воздушные и проходят над крышами зданий. Сети выполняются из стальных либо биметаллических проводов. В сельской местности и городской местности используют преимущественно воздушные проводные сети, хотя существуют и подземные кабельные.

Основные технические показатели системы радиофикации: диапазон воспроизводимых частот (50 — 10 000 гц для городов и 100—6000 гц для сельской местности при неравномерности частотной характеристики < 6 дб), коэффициент гармоник (< 6% на низшей частоте при номинальном напряжении в линии), отношение сигнал/помеха (не менее 50—55 дб).

Главные достоинства радиофикации - ее высокая экономичность и надёжность, высокое качество передачи, простота в обращении с абонентским громкоговорителем.

В соответствии с распоряжением Правительства Москвы от 20.05.93г. №902-РН радиофикации подлежат офисы, служебные и технические помещения, а также помещения с круглосуточным дежурством (помещения связи, пожарной охраны, посты охраны, диспетчерские, технические помещения и кабинеты руководства) вне зависимости от назначения здания. Для электропитания 3-х программных громкоговорителей рядом с радиорозетками предусматривается установка электророзеток напряжением 220в. Перспектива развития этой системы связана в основном с необходимостью оповещения населения в соответствии с требованиями гражданской обороны, поэтому присоединение к центрам радиофикации является обязательным при вводе в эксплуатацию нового здания.

В процессе разработки проекта радиофикации выполняются следующие работы:

- получение технических условий;
- выполнение технического обследования;
- разработка технического задания для архитекторов на установку закладных элементов;
- разработка проекта с учетом технических условий и требований.

Получение всех необходимых для сдачи проекта согласований. В проекте внутренней сети радиофикации предусматривается организация абонентской радиотрансляционной сети от абонентского трансформатора до ограничительных коробок.

Радиофикация зданий осуществляется на основании следующих нормативных документов для проектирования систем радиофикации:

- [ВСН 60-89](#) «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»
- [ГОСТ Р 21.1703-2000](#) «Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи»

Оптоволоконные технологии

Оптический кабель может передавать данные с очень высокой пропускной способностью. Оптоволокно обладает отличными трансмиссионными характеристиками, высокой емкостью передаваемых данных, потенциалом для дальнейшего увеличения пропускной способности и устойчивостью к электромагнитным и радиочастотным помехам.

Световод состоит из сердцевины и защитного стеклянного внешнего слоя (оболочки). Оболочка служит в качестве отражающего слоя, с помощью которого световой сигнал удерживается внутри сердцевины. Оптический кабель может состоять только из одного световода, но на практике, он содержит множество световодов. Световоды уложены в мягкий защитный материал (буфер), а он, в свою очередь, защищен жестким покрытием. В широко распространенных световодах, диаметр оболочки составляет 125 микрон. Размер сердцевины в распространенных типах световодов составляет 50 микрон и 62,5 микрон для многомодового оптоволокна и 8 микрон для одномодового оптоволокна. Вобщем-то, световоды характеризуются соотношением размеров сердцевины и оболочки, например 50/125, 62,5/125 или 8/125.

Световые сигналы передаются через оптоволокно и принимаются электронным оборудованием на другом конце кабеля. Это электронное оборудование, называемое оконечным оборудованием волоконно-оптической линии связи, преобразует электрические сигналы в оптические, и наоборот. Одно из преимуществ оптоволокна, кстати, состоит в том, что пропускную способность сети на базе оптоволокна можно увеличить простой заменой электронного оборудования на обоих концах кабеля.

Многомодовое и одномодовое оптоволокно отличаются емкостью и способом прохождения света. Наиболее очевидное отличие заключается в размере оптической сердцевины световода. Более конкретно, многомодовое волокно может передавать несколько мод (независимых световых путей) с различными длинами волн или фазами, однако больший диаметр сердцевины приводит к тому, что вероятность отражения света от внешней поверхности сердцевины повышается, а это чревато дисперсией и, как следствие, уменьшением пропускной способности и расстояния между повторителями. Грубо говоря, пропускная способность многомодового оптоволокна составляет около 2,5 Гбит/с. Одномодовое оптоволокно передает свет только с одной модой, однако меньший диаметр означает меньшую дисперсию, и в результате сигнал может передаваться на большие расстояния без повторителей. Проблема в том, что как само **одномодовое оптоволокно**, так



и электронные компоненты для передачи и приема света стоят дороже. Одномодовое волокно имеет очень тонкую сердцевину (диаметром 10 микрон или менее). Из-за малого диаметра световой пучок отражается от поверхности сердцевины реже, а это ведет к меньшей дисперсии. Термин «одномодовый» означает, что такая тонкая сердцевина может передавать только один световой несущий сигнал. Пропускная способность одномодового оптоволокна превышает 10 Гбит/с.

Волоконно-оптическая проводка, как и проводка UTP, имеет физическую и логическую топологии. Физическая топология - это схема проводки оптического кабеля между зданиями и внутри каждого здания для создания основы гибкой логической топологии.

Одним из наилучших, если не самым лучшим, источником практической информации по физической проводке кабелей является руководство BSCI Telecommunications Distribution Method (TDM) за 1995 год. TDM представляет основу для формирования топологии сети с проводкой из оптического кабеля в соответствии с принятыми стандартами. TDM и стандарт на связную проводку для коммерческих зданий (ANSI/TIA/EIA-568A) рекомендуют физическую топологию типа звезда для соединения между собой волоконно-оптических магистралей как внутри, так и вне зданий. Конечно, физическая топология во многом определяется взаимным расположением и внутренней планировкой зданий, а также наличием готовых кабелепроводов. Несмотря на то, что иерархическая звездообразная топология обеспечивает наибольшую гибкость, она может оказаться невыгодной по чисто финансовым соображениям. Но даже физическое кольцо лучше, чем вообще отсутствие оптической кабельной магистрали.

Число световодов в кабеле называется числом волокон. К сожалению, ни один опубликованный стандарт не определяет, сколько световодов должно быть в кабеле.

Поэтому проектировщик должен сам решить, сколько световодов будет в каждом кабеле и сколько из них будет одномодовыми.

Оптический кабель, в котором одна часть световодов одномодовые, а другая - многомодовые, называется гибридным. При выборе числа волокон и комбинации одномодовых и многомодовых волокон помните, что производители оптического кабеля, как правило, изготавливают кабели с числом волокон кратным 6 или 12. Кабели, производимые на продажу, обычно гораздо дешевле кабелей, сделанных на заказ, с уникальным числом и комбинацией волокон.

Спецификаций на оптоволокно существует сотни, они охватывают все возможные аспекты - от физических размеров до пропускной способности, от плотности на разрыв до цвета защитного материала. Защитный материал (буфер) предохраняет световод от повреждения, и он обычно маркируется разным цветом для простоты идентификации. Практические параметры, которые необходимо знать, - это длина, диаметр, оптическое окно (длина



волны), затухание, пропускная способность и качество волокна. В спецификациях на оптоволокно длина указывается в метрах и километрах.

Многомодовое оптоволокно может быть нескольких диаметров, но наиболее распространено из них оптоволокно с соотношением сердцевины к оболочке 62,5 на 125 микрон. Именно это многомодовое оптоволокно мы будем использовать во всех примерах данной статьи. Размер 65,2/125 называется в спецификации ANSI/TIA/EIA-568A стандартным для проводки в зданиях. Одномодовое оптоволокно имеет один стандартный размер - 9 микрон (плюс-минус один микрон). Помните, если ваше оконечное оборудование волоконно-оптических линий связи предусматривает применение оптоволокна специального диаметра и вы собираетесь и дальше его использовать, то, скорее всего, оно не будет работать с оптоволокном обычного диаметра.

Оптическое окно - это длина световой волны, которую волокно передает с наименьшим затуханием. Длина волны измеряется обычно в нанометрах (нм). Самые распространенные значения длины волны - 850, 1300, 1310 и 1550 нм. Большинство волокон имеет два окна - т. е. свет может передаваться на двух длинах волн. Для многомодовых световодов это 850 и 1310 нм, а для одномодовых - 1310 и 1550 нм.

Затухание характеризует величину потери сигнала и аналогично сопротивлению в медном кабеле. Затухание измеряется в децибелах на километр (дБ/км). Типичное затухание для одномодового волокна составляет 0,5 дБ/км при длине волны в 1310 нм и 0,4 дБ/км при 1550 нм. Для многомодового волокна эти величины равны 3,0 дБ/км при 850 нм и 1,5 дБ/км при 1300 нм. Благодаря тому, что оно тоньше, одномодовое волокно позволяет передавать сигнал с тем же затуханием на более дальние расстояния, чем эквивалентное многомодовое волокно.

Спецификацию на кабели составляют исходя из максимально допустимого затухания (т. е. наихудшего сценария), а не типичной величины потерь. Так, максимальная величина затухания при указанных длинах волн для одномодового 1,0/0,75 дБ/км и 3,75/1,5 дБ/км для многомодового. Чем шире оптическое окно, т. е. чем длиннее волна, тем меньше затухание для кабелей обоих типов. Спецификация затухания может выглядеть, например, так: максимальное затухание одномодового волокна должно быть 0,5 дБ/км при окне 1310 нм или максимальное затухание многомодового волокна должно быть 3,75/1,5 дБ/км для оптического окна 850/1300 нм.

Пропускная способность или емкость данных, передаваемых по световоду, обратно пропорциональна затуханию. Иными словами, чем меньше затухание (дБ/км), тем шире полоса пропускания в МГц. Минимально допустимая пропускная способность для многомодового волокна должна быть 160/500 МГц при 850/1300 нм при максимальном затухании 3,75/1,5 дБ/км. Эта спецификация отвечает требованиям FDDI и TIA/EIA-568 для Ethernet и Token Ring.



Волокно может быть трех различных типов в зависимости от необходимых характеристик оптической передачи: стандартное, высококачественное и премиумное. Волокно более высокого качества используется обычно для удовлетворения более жестких требований к протяженности кабеля и затуханию сигнала.

Сети 4-го поколения (4G)

4G — перспективное (четвёртое) поколение мобильной связи, характеризующееся высокой скоростью передачи данных и повышенным качеством голосовой связи. К четвёртому поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с подвижным абонентам и 1 Гбит/с стационарным.

В отличие от 3G, стандартизованного Международным союзом электросвязи как IMT-2000, общепринятого определения для 4G по состоянию на 2009 г. не существует. Сторонники технологии WiMAX иногда утверждают, что WiMAX относится к четвёртому поколению мобильной связи, однако этот вопрос ещё не решён точно, так как стандарт WiMax пока лишь частично удовлетворяет условиям вхождения в 4G.

Основные исследования при создании систем связи четвёртого поколения ведутся в направлении использования технологии ортогонального частотного уплотнения OFDM.

Системы связи 4G основаны на пакетных протоколах передачи данных. Для пересылки данных используется протокол IPv4, а также, в будущем планируется поддержка IPv6.

Сейчас во многих технически развитых странах ещё используются технологии 3G и 3,5G. Впрочем, многие страны стремятся сразу перейти к сетям 4G, «перескочив» 3G. По этому же стандарту строятся сети в США, Японии, Корее, Китае и Никарагуа. 14 декабря 2009 года Шведская телекоммуникационная компания TeliaSonera объявила о запуске первой в мире коммерческой сети четвёртого поколения стандарта LTE в Стокгольме и Осло. Первым городом в России, поддерживающим стандарт LTE, стала Казань.

С технической точки зрения, основное отличие сетей четвёртого поколения от третьего, заключается в том, что технология 4G полностью основана на протоколах пакетной передачи данных, в то время как 3G соединяет в себе передачу голосового трафика и «пакетов». Для «голоса» в 4G предусмотрена технология VoIP, позволяющая совершать голосовые звонки, применяя быструю «пакетную» передачу данных.

Международный союз электросвязи и 4G Alliance (основными участниками которого является ZTE Corporation и другие китайские компании) определяют технологию 4G как следующий этап развития беспроводной телекоммуникации, которая позволит достичь

скорости передачи данных до 1 Гбит/с в условиях стационарного применения и до 100 Мбит/с в условиях обмена данными с мобильными устройствами доступа. Технология 4G, в частности, позволит абонентам смотреть многоканальные телетрансляции высокой чёткости и управлять домашней бытовой техникой с помощью мобильного устройства, совершать дешёвые междугородные телефонные звонки.

Для этой системы связи используется диапазон сантиметровых волн (3600MHz), не так хорошо проходящих через здания, как дециметровые волны 3G системы. Сантиметровые волны при высоких уровнях сигнала могут оказывать биологическое воздействие, возможно поэтому стандарт 4G не принят МККР.

Оператор сотовой связи МТС запустил в коммерческую эксплуатацию сеть четвертого поколения (4G) на базе технологии LTE в Узбекистане. Сеть развернута в центральной части Ташкента в частотном диапазоне 2,5-2,7 ГГц, лицензию на использование которого узбекская дочерняя компания МТС получила в октябре 2009 года. Поставщиком оборудования для строительства сети является китайская Huawei Technologies.

ИП ООО COSCOM (предоставляющее свои услуги под торговой маркой UCell), второй оператор сотовой связи в Узбекистане, сообщает о запуске мобильной сети четвертого поколения 4G, работающего по протоколу LTE (Long-Term Evolution). Теперь компания может предложить услуги на базе нового поколения мобильного широкополосного доступа к сети на скоростях до 100 Мбит/с.

Следует отметить, что UCell является частью группы TeliaSonera, которая является первой в мире, запустившей коммерческие услуги 4G в 2009 году для своих клиентов в Стокгольме и в Осло. В 2010 году расширение 4G сети TeliaSonera продолжается в 25 городах и зон отдыха в Швеции и 4 городов в Норвегии. В первом полугодии 2010 года TeliaSonera также внедрила пилотные сети 4G для клиентов в Финляндии, Дании, Литве, Эстонии и Латвии.

Проблемы

- Недостаток аппаратов, способных работать с сетями 4G, заключается в их высоком энергопотреблении.
- Наиболее важной проблемой распространения 4G является низкая активность инвесторов. Развитие сетей четвёртого поколения задерживает то, что сети 3G имеют высокий потенциал интенсивного и экстенсивного развития.

LTE - Long Term Evolution

Стандарты третьего поколения позволяют предоставить широкий перечень мультимедийных услуг и поддерживают скорости передачи данных до 14Мбит/сек. Это вполне соответствует запросам абонентов в настоящее время. Однако, объемы передаваемой информации в телекоммуникационных сетях растут с каждым днем. Чтобы удовлетворить потребности пользователей по скорости передачи данных и набору услуг хотя бы на 20 лет вперед необходим новый стандарт, уже четвертого поколения.

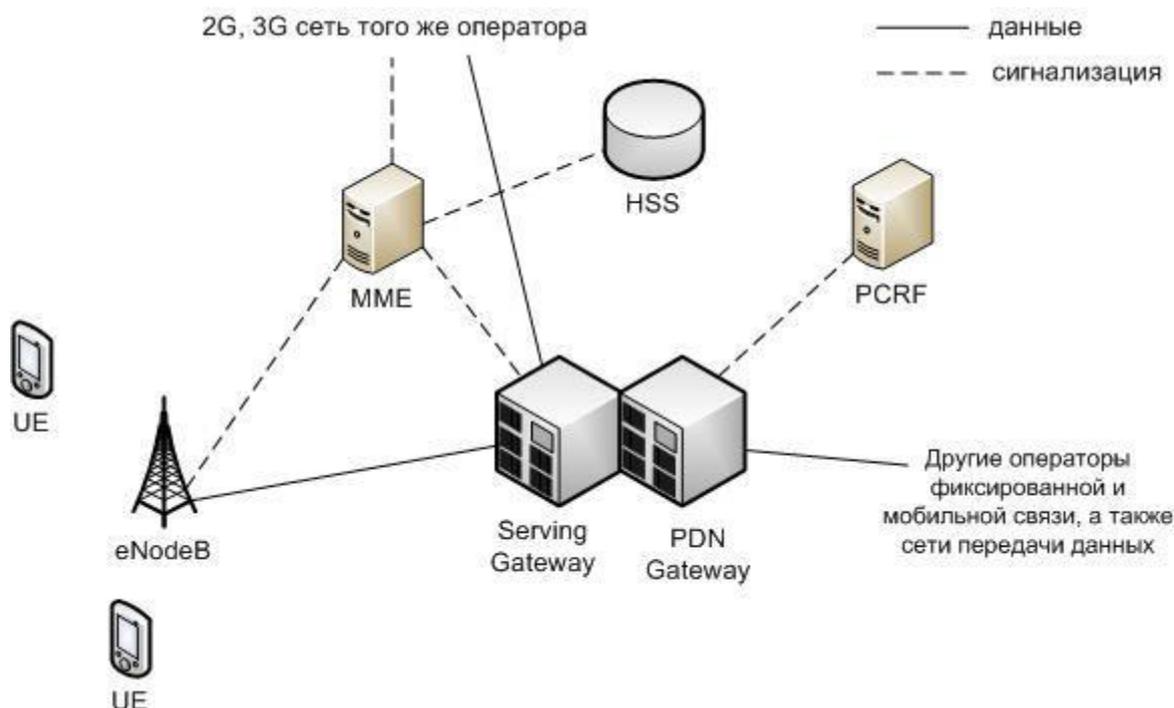
Работа над первым стандартом четвертого поколения - LTE (Long Term Evolution) началась в 2004 году организацией 3GPP. Главными требованиями, которые предъявлялись в процессе работы над стандартом были следующие:

- Скорость передачи данных выше 100 Мбит/сек.
- Высокий уровень безопасности системы
- Высокая энергоэффективность
- Низкие задержки в работе системы
- Совместимость со стандартами второго и третьего поколений

В конце 2009 года в Швеции была запущена в коммерческую эксплуатацию первая сеть стандарта LTE.

Сети LTE поддерживают скорости передачи данных до 326,4 Мбит/сек. К примеру, загрузка фильма в хорошем качестве займет менее одной минуты. Таким образом, верхняя планка по скорости передачи данных практически снимается.

Рассмотрим структуру сети LTE:



Структура сети стандарта LTE

Из схемы сети LTE, представленной выше, уже видно, что структура сети сильно отличается от сетей стандартов [2G](#) и [3G](#). Существенные изменения претерпела и подсистема базовых станций, и подсистема коммутации. Была изменена технология передачи данных между оборудованием пользователя и базовой станцией. Также подверглись изменению и протоколы передачи данных между сетевыми элементами. Вся информация (голос, данные)

передается в виде пакетов. Таким образом, уже нет деления на части обрабатывающие либо только голосовую информацию, либо только пакетные данные.

Можно выделить следующие основные элементы сети стандарта LTE:

Serving SAE Gateway или просто Serving Gateway ([SGW](#)) – обслуживающий шлюз сети LTE. Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных поступающих из/в подсистему базовых станций. По сути, заменяет [MSC](#), [MGW](#) и [SGSN](#) сети [UMTS](#). [SGW](#) имеет прямое соединение с сетями второго и третьего поколений того же оператора, что упрощает передачу соединения в /из них по причинам ухудшения зоны покрытия, перегрузок и т.п.

Public Data Network (PDN) SAE Gateway или просто PDN Gateway ([PGW](#)) – шлюз к/от сетей других операторов. Если информация (голос, данные) передаются из/в сети данного оператора, то они маршрутизируются именно через [PGW](#).

Mobility Management Entity ([MME](#)) – узел управления мобильностью. Предназначен для управления мобильностью абонентов сети LTE.

Home Subscriber Server ([HSS](#)) – сервер абонентских данных. [HSS](#) представляет собой объединение [VLR](#), [HLR](#), [AUC](#) выполненных в одном устройстве.

Policy and Charging Rules Function ([PCRF](#)) – узел выставления счетов абонентам за оказанные услуги связи.

Все перечисленные выше элементы относятся к системе коммутации сети LTE. В системе базовых станций остался лишь один знакомый нам элемент – базовая станция, которая получила название [eNodeB](#). Этот элемент выполняет функции и базовой станции, и контроллера базовых станций сети LTE. За счет этого упрощается расширение сети, т.к. не требуется расширение емкости контроллеров или добавления новых.

WiMAX (англ. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте [IEEE 802.16](#), который также называют Wireless MAN (WiMAX следует считать жаргонным названием, так как это не технология, а названия форума, на котором Wireless MAN и был согласован).

Название «WiMAX» было создано WiMAX Forum — организацией, которая была основана в июне 2001 года с целью продвижения и развития технологии WiMAX. Форум описывает WiMAX как «основанную на стандарте технологию, предоставляющую высокоскоростной беспроводной доступ к сети, альтернативный выделенным линиям и [DSL](#)» Максимальная скорость — до 1 Гбит/сек..

WiMAX подходит для решения следующих задач:

- Соединения точек доступа [Wi-Fi](#) друг с другом и другими сегментами Интернета.

- Обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиям и DSL.
- Предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг.
- Создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.
- Создания WiMAX систем удалённого мониторинга (monitoring системы), как это имеет место в системе (SCADA)

WiMAX позволяет осуществлять доступ в Интернет на высоких скоростях, с гораздо большим покрытием, чем у Wi-Fi сетей. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают традиционные DSL- и выделенные линии, а также локальные сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети в рамках городов.

Фиксированный и мобильный вариант WiMAX

Набор преимуществ присущ всему семейству WiMAX, однако его версии существенно отличаются друг от друга. Разработчики стандарта искали оптимальные решения как для фиксированного, так и для мобильного применения, но совместить все требования в рамках одного стандарта не удалось. Хотя ряд базовых требований совпадает, нацеленность технологий на разные рыночные ниши привела к созданию двух отдельных версий стандарта (вернее, их можно считать двумя разными стандартами). Каждая из спецификаций WiMAX определяет свои рабочие диапазоны частот, ширину полосы пропускания, мощность излучения, методы передачи и доступа, способы кодирования и модуляции сигнала, принципы повторного использования радиочастот и прочие показатели. А потому WiMAX-системы, основанные на версиях стандарта IEEE 802.16 e и d, практически несовместимы. Краткие характеристики каждой из версий приведены ниже.

- *802.16-2004 (известен также как 802.16d и фиксированный WiMAX)*. Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование ([OFDM](#)), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также [PCMCIA](#)-карты для ноутбуков. В большинстве стран под эту технологию отведены диапазоны 3,5 и 5 ГГц. По сведениям WiMAX Forum, насчитывается уже порядка 175 внедрений фиксированной версии. Многие аналитики видят в ней конкурирующую или взаимодополняющую технологию проводного широкополосного доступа DSL.
- *802.16-2005 (известен также как 802.16e и мобильный WiMAX)*. Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер (англ.), *idle mode* и роуминг. Применяется масштабируемый OFDM-доступ (SOFDMA), возможна работа при наличии либо отсутствии прямой видимости. Планируемые частотные

диапазоны для сетей Mobile WiMAX таковы: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8 ГГц. В мире реализованы несколько пилотных проектов, в том числе первым в России свою сеть развернул «Скартел». Конкурентами 802.16e являются все мобильные технологии третьего поколения (например, [EV-DO](#), [HSDPA](#)).

Основное различие двух технологий состоит в том, что фиксированный WiMAX позволяет обслуживать только «статичных» абонентов, а мобильный ориентирован на работу с пользователями, передвигающимися со скоростью до 120 км/ч. Мобильность означает наличие функций роуминга и «бесшовного» переключения между базовыми станциями при передвижении абонента (как происходит в сетях сотовой связи). В частном случае мобильный WiMAX может применяться и для обслуживания фиксированных пользователей.

Широкополосный доступ в Интернет

Многие телекоммуникационные компании делают большие ставки на использование WiMAX для предоставления услуг высокоскоростной связи. И тому есть несколько причин.

Во-первых, технологии семейства 802.16 позволят экономически более эффективно (по сравнению с проводными технологиями) не только предоставлять доступ в сеть новым клиентам, но и расширять спектр услуг и охватывать новые труднодоступные территории.

Во-вторых, беспроводные технологии многим более просты в использовании, чем традиционные проводные каналы. WiMAX и Wi-Fi сети просты в развёртывании и по мере необходимости легко масштабируемы. Этот фактор оказывается очень полезным, когда необходимо развернуть большую сеть в кратчайшие сроки. К примеру, WiMAX был использован для того чтобы предоставить доступ в Сеть выжившим после цунами, произошедшего в декабре 2004 года в Индонезии (Асех). Вся коммуникационная инфраструктура области была выведена из строя и требовалось оперативное восстановление услуг связи для всего региона.

В сумме все эти преимущества позволят снизить цены на предоставление услуг высокоскоростного доступа в Интернет как для бизнес структур, так и для частных лиц.

Пользовательское оборудование

Оборудование для использования сетей WiMAX поставляется несколькими производителями и может быть установлено как в помещении (устройства размером с обычный DSL-модем), так и вне него. Следует заметить что оборудование, рассчитанное на размещение внутри помещений и не требующее профессиональных навыков при установке, конечно, более удобно, однако способно работать на значительно меньших расстояниях от базовой станции, чем профессионально установленные внешние устройства. Поэтому оборудование, установленное внутри помещений требует намного больших инвестиций в развитие инфраструктуры сети, так как подразумевает использование намного большего числа точек доступа.



С изобретением мобильного WiMAX все больший акцент делается на разработке мобильных устройств. В том числе специальных телефонных трубок (похожи на обычный мобильный [смартфон](#)), и компьютерной периферии ([USB](#) радио модулей и [PC card](#)).

Wi-Fi и WiMAX

Сопоставления WiMAX и [Wi-Fi](#) далеко не редкость — термины созвучны, название стандартов, на которых основаны эти технологии, похожи (стандарты разработаны IEEE, оба начинаются с «802.»), а также обе технологии используют беспроводное соединение и используются для подключения к интернету (каналу обмена данными). Но, несмотря на это, эти технологии направлены на решение совершенно различных задач.

Сравнительная таблица стандартов беспроводной связи					
Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 54 Мбит/с	до 100 метров	5,0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	WLAN	до 54 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	WLAN	до 300 Мбит/с (в перспективе до 450, а затем до 600 Мбит/с)	до 100 метров	2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбит/с	6-10 км	1,5-11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 40 Мбит/с	1-5 км	2.3-13.6 ГГц
WiMax	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	до 1 Гбит/с (WMAN), до 100 Мбит/с (Mobile WMAN)	н/д (стандарт в разработке)	н/д (стандарт в разработке)
Bluetooth v. 1.1.	802.15.1	WPAN	до 1 Мбит/с	до 10 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 1.3.	802.15.3	WPAN	от 11 до 55 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 3.0.	802.11	WPAN	от 3 Мбит/с до 24 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
UWB	802.15.3a	WPAN	110-480 Мбит/с	до 10 метров	7,5 ГГц
ZigBee	802.15.4	WPAN	от 20 до 250 Кбит/с	1-100 м	2,4 ГГц (16 каналов), 915 МГц (10 каналов), 868 МГц (один канал)
Инфракрасный порт	IrDa	WPAN	до 16 Мбит/с	от 5 до 50 сантиметров	



односторонняя
связь — до 10
метров

- WiMAX это система дальнего действия, покрывающая километры пространства, которая обычно использует лицензированные спектры частот (хотя возможно и использование нелицензированных частот) для предоставления соединения с интернетом типа точка-точка провайдером конечному пользователю. Разные стандарты семейства 802.16 обеспечивают разные виды доступа, от мобильного (схож с передачей данных с мобильных телефонов) до фиксированного (альтернатива проводному доступу, при котором беспроводное оборудование пользователя привязано к местоположению).
- Wi-Fi это система более короткого действия, обычно покрывающая десятки метров, которая использует нелицензированные диапазоны частот для обеспечения доступа к сети. Обычно Wi-Fi используется пользователями для доступа к их собственной локальной сети, которая может быть и не подключена к Интернету. Если WiMAX можно сравнить с мобильной связью, то Wi-Fi скорее похож на стационарный беспроводной телефон.
- WiMAX и Wi-Fi имеют совершенно разный механизм Quality of Service ([QoS](#)). WiMAX использует механизм, основанный на установлении соединения между базовой станцией и устройством пользователя. Каждое соединение основано на специальном алгоритме планирования, который может гарантировать параметр QoS для каждого соединения. Wi-Fi, в свою очередь, использует механизм QoS подобный тому, что используется в [Ethernet](#), при котором пакеты получают различный приоритет. Такой подход не гарантирует одинаковый QoS для каждого соединения.

Из-за дешевизны и простоты установки, Wi-Fi часто используется для предоставления клиентам быстрого доступа в Интернет различными организациями. Например, в некоторых кафе, отелях, вокзалах и аэропортах можно обнаружить бесплатную точку доступа Wi-Fi.

Принцип работы. Основные понятия

В общем виде WiMAX сети состоят из следующих основных частей: базовых и абонентских станций, а также оборудования, связывающего базовые станции между собой, с поставщиком сервисов и с Интернетом.

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц. В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и приёмником.



WiMAX применяется как для решения проблемы «[последней мили](#)», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Между базовыми станциями устанавливаются соединения (прямой видимости), использующие диапазон частот от 10 до 66 ГГц, скорость обмена данными может достигать 140 Мбит/с. При этом, по крайней мере одна базовая станция подключается к сети [провайдера](#) с использованием классических проводных соединений. Однако, чем большее число БС подключено к сетям провайдера, тем выше скорость передачи данных и надёжность сети в целом.

Структура сетей семейства стандартов IEEE 802.16 схожа с традиционными [GSM](#) сетями (базовые станции действуют на расстояниях до десятков километров, для их установки не обязательно строить вышки — допускается установка на крышах домов при соблюдении условия прямой видимости между станциями).

Режимы работы. MAC / канальный уровень

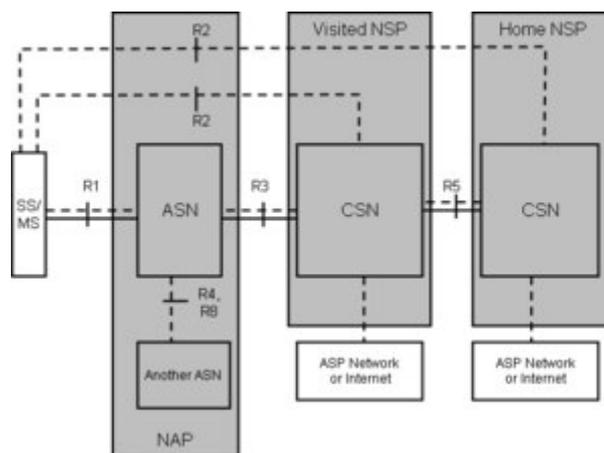
В Wi-Fi сетях все пользовательские станции, которые хотят передать информацию через точку доступа (AP), соревнуются за «внимание» последней. Такой подход может вызвать ситуацию, при которой связь для более удалённых станций будет постоянно обрываться в пользу более близких станций. Подобное положение вещей делает затруднительным использование таких сервисов как [Voice over IP](#) (VoIP), которые очень сильно зависят от непрерывного соединения.

Что же касается сетей 802.16, в них [MAC](#) использует алгоритм планирования. Любой пользовательской станции стоит лишь подключиться к точке доступа, для неё будет создан выделенный слот на точке доступа, недоступный другим пользователям.

Архитектура

WiMAX Forum разработал архитектуру, которая определяет множество аспектов работы WiMAX сетей: взаимодействия с другими сетями, распределение сетевых адресов, аутентификация и многое другое. Приведённая иллюстрация даёт некоторое представление об архитектуре сетей WiMAX.





WiMAX Архитектура

- SS/MS: (the Subscriber Station/Mobile Station)
- ASN: (the Access Service Network)
- BS: (Base station), базовая станция, часть ASN
- ASN-GW: (the ASN Gateway), шлюз, часть ASN
- CSN: (the Connectivity Service Network)
- HA: (Home Agent, часть CSN)
- NAP:(a Network Access Provider)
- NSP: (a Network Service Provider)

ASN (Access Service Network) — сеть доступа.

ASN Gateway — предназначен для объединения трафика и сообщений сигнализации от базовых станций и дальнейшей их передачи в сеть CSN.

BS (Base Station) — базовая станция. Основной задачей является установление, поддержание и разъединение радио соединений. Кроме того, выполняет обработку сигнализации, а также распределение ресурсов среди абонентов.

CSN (Connectivity Service Network) — сеть обеспечения услуг.

HA (Home Agent) — элемент сети, отвечающий за возможность роуминга. Кроме того, обеспечивает обмен данными между сетями различных операторов.

Следует заметить, что архитектура сетей WiMax не привязана к какой-либо определённой конфигурации, обладает высокой гибкостью и масштабируемостью.



Словарь

Испытательные колодки (клеммники) – это приспособления для быстрого и надежного присоединения проводов к целевому оборудованию. [в тексте ↑](#)

Термовыключатель – предназначен для защиты от превышения температуры окружающей среды выше допустимого значения в процессе эксплуатации изделий бытового и производственно-технического назначения, в том числе трансформаторов, электродвигателей и других электротехнических и электронных изделий. [в тексте ↑](#)

Щиты открытого или защищенного исполнения – *открытые* – для установки в специальных помещениях и *защищенные* – для установки непосредственно в цехах. [в тексте ↑](#)

Огнестойкость – способность строительных конструкций ограничивать распространение огня, а также сохранять необходимые эксплуатационные качества при высоких температурах в условиях пожара. Характеризуется пределами огнестойкости и распространения огня. [в тексте ↑](#)

Горючие материалы – группы разделяются в соответствии с [ГОСТ 30244-94](#) «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть». [в тексте ↑](#)



Вопросы для самопроверки

- 1. Способы выполнения распределительных сетей?**
- 2. Типы изоляторов?**
- 3. Подготовительные работы, предшествующие монтажу проводов?**
- 4. Последовательность соединения проводов методом скручивания?**
- 5. Особенности сооружения ВЛ в пролетах, пересекающих инженерные сооружения?**



Справочник

Чтобы открыть документ, нажмите на него.

1. [Внешний диаметр провода](#)
2. [Выбор сечения кабеля](#)
3. [Наборные клеммники с зажимом CAGE CLAMP](#)
4. [Схема электроснабжения квартиры](#)



Список рекомендуемой литературы

Чтобы скачать необходимый документ, нажмите на него. Все документы представлены в формате pdf. Документы находятся на сервере Академии.

1. [СП 31-110-2003](#) «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»
2. [ГОСТ 16617-87](#) «Электроприборы отопительные бытовые. Общие технические условия»
3. [ГОСТ Р 50571.11-96](#) «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и душевые помещения»
4. [ГОСТ Р 50571.15-97](#) «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки»
5. [ГОСТ 22687.0-85](#) «Стойки железобетонные центрифугированные для опор высоковольтных линий электропередачи. Технические условия»
6. [ГОСТ 839-80](#) «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия»
7. [ВСН 60-89](#) «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»
8. [ГОСТ Р 21.1703-2000](#) «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи»
9. [ГОСТ 30244-94](#) «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»
10. [ГОСТ 14695-80*](#) «Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500 кВхА на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия»
11. [Правила устройства электроустановок ПУЭ](#). Седьмое издание от 09.04.2003

