

АССОЦИАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ГОРОДОВ РОССИИ «ПРОГРЕССЭЛЕКТРО»

17-е расширенное заседание
Ассоциации электроснабжения городов России
«Прогрессэлектро»

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ,
РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ГОРОДСКИХ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

С.С. МИЛОВИДОВ

**Основные положения
построения схем питающих
и распределительных
электрических сетей 6–10–20 кВ
в районах нового строительства**

Удельные электрические нагрузки

Расчетные электрические нагрузки элементов городской электрической сети определяются на основании удельных нормативов, приведенных в Инструкции по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94 (СО 153.34.20.185-94) – изменения в дополнении к разделу 2 «Расчетные электрические нагрузки» (удельные нормативы для расчета нагрузок жилой и общественной застройки приведены в табл. 1).

Для Москвы есть свои территориальные нормативы. Они приведены в ТСН 30-304-2000 (МГСН 1.01.99 – табл. 2).

Следует отметить, что действующие удельные нормативы существенно устарели и требуют корректировки.

В 2008 году специалистами ОАО «Газпром промгаз» разработаны удельные значения электрических нагрузок (утверждены Департаментом ТЭХ Москвы) для оценки перспективной потребности Москвы в электроэнергии – табл. 3.

Выбор схем построения сети

Что касается выбора схем построения сети, то он определяется необходимостью обеспечения той или иной степени надежности электроснабжения потребителей. В городских электрических сетях, как правило, преобладают потребители 1 и 2 категорий, которые в нормальных режимах должны обеспечиваться питанием от двух независимых взаиморезервирующих источников (глава 1.2 ПУЭ).

Исходя из этого основными схемами построения городской распределительной сети, в принципе, могут быть петлевая (рис. 1) и двух (много) лучевая (рис. 2). При этом схемы могут строиться как однозвеньевыми (без применения РП), так и двухзвеньевыми (питание распределительной сети 6–10 кВ через шины РП).

Однозвеньевые схемы применимы в основном в малых, средних и частично в больших городах (с населением до 250 тыс. чел.) в ненагруженных районах при мощностях

ТАБЛИЦА 1.

Удельные расчетные электрические нагрузки жилых зданий на шинах 0,4 кВ ТП

№ пп	Этажность застройки	Здание с плитами		
		на природном газе, Вт/м ²	на сжиженном газе или твердом топливе, Вт/м ²	электрическими, Вт/м ²
1	1–2 этажа	15,0/0,96	18,4/0,96	20,7/0,98
2	3–5 этажей	15,8/0,96	19,3/0,96	20,8/0,98
3	Более 5 этажей с долей квартир выше 6 этажей:			
	20%	15,6/0,94	17,2/0,94	20,2/0,97
	50%	16,3/0,93	17,9/0,93	20,9/0,97
	100%	17,4/0,92	19,0/0,92	21,8/0,96
4	Более 5 этажей с квартирами повышенной комфортности (элитными)	—	—	17,8/0,96

Примечания.

1. В таблице учтены нагрузки насосов систем отопления, горячего снабжения и подкачки воды, установленных в ЦТП или индивидуальных в каждом здании, лифтов и наружного освещения территории микрорайонов и не учтены нагрузки электроотопления, электропроводонагрева и бытовых кондиционеров воздуха.

2. Удельные нагрузки определены исходя из средней общей площади квартир 70 м² в зданиях по типовым проектам и 150 м² – для квартир повышенной комфортности (элитных) в зданиях по индивидуальным проектам и относятся к расчетному сроку концепции (схемы) развития.

3. В знаменателе приведены значения коэффициента мощности.

В укрупненных расчетах удельная нагрузка общественных зданий микрорайонного значения – 6 Вт/м² (дополнительно к приведенным удельным нагрузкам жилых зданий).

ТАБЛИЦА 2.

Удельные расчетные электрические нагрузки жилых и общественных зданий г. Москвы на шинах ТП и ЦП

Показатель	Новые районы многоэтажной застройки	Реконструируемые районы центра
1. Удельная расчетная электрическая нагрузка жилых и общественных зданий на шинах 0,4 кВ ТП, Вт/м ²	36,5 29,5	48,0
в том числе: жилых зданий	28,0 22,0	20,0
2. Удельная нагрузка на шинах 10 кВ ЦП, Вт/м ²	25,5 21,0	32,0
то же, отнесенная на одного жителя, кВт/чел	0,46 0,50	0,85

Примечания. В числителе – новые районы многоэтажной застройки без существенной реконструкции, в знаменателе – новые районы многоэтажной застройки с квартирами улучшенной планировки.

ТАБЛИЦА 3.

Удельные значения электрических нагрузок для оценки перспективной потребности по расчетным участкам города Москвы в электрической энергии на среднесрочную и долгосрочную перспективу в увязке с программами жилищного и других видов строительства в период 2011–2020 гг.

Тип объектов		Удельная нагрузка (на шинах РП), Вт/м ²
1. Объекты жилого назначения		15,4
2. Встроенно-пристроенные нежилые помещения		70,0
3. Нежилые отдельно стоящие объекты	3.1. Общественная застройка	38,7
	3.2. Производственная застройка	43,9
	3.3. Гаражи	10,2

Примечания. Составлено на основании анализа материалов:

- ТСН 30-304-2000 г. Москвы (МГСН 01.01.1999) «Нормы и правила проектирования и застройки г. Москвы» (с изменениями), дата введения 25.01.2000;
- Распоряжение правительства г. Москвы от 30.04.2002 № 618-РП о приемке в эксплуатацию встроенных, встроенно-пристроенных, пристроенных нежилых помещений;
- СП-31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»;
- РМ-2696-01 «Инструкция по расчету электрических нагрузок жилых зданий»;
- РД 34.20.185-94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей». Дополнение к разделу 2 «Расчетные электрические нагрузки».

трансформаторов на центрах питания до 16–25 МВА. В крупных и крупнейших городах (в районах плотной и высокоплотной застройки – плотность 8 МВт/км² и более), вследствие стесненных условий и соответственно значительных затруднений с организацией выходов линий 6–10 кВ от центров питания, как правило, должны применяться двухзвеньевые схемы.

При плотности 8 МВт/км² и более оптимальная нагрузка РП, в соответствии с Инструкцией по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94 (СО 153.34.20.185-94), составляет 12 МВт при напряжении 10 кВ и 8 МВт при напряжении 6 кВ, а оптимальная мощность двухтрансформаторных ТП – 2×630 кВА. Для районов нового строительства с ожидаемой плотностью, значительно превышающей оговоренную нормативным документом, мощность двухтрансформаторных подстанций может составлять 2×1000 кВА и 2×1250 кВА (в отдельных обоснованных случаях 2×1600 кВА).

В целях уменьшения сечений кабелей и сокращения потерь электроэнергии в районах новой высокоплотной застройки (при плотностях нагрузки, значительно превышающих 8 МВт/км²) целесообразно применение в питающих и распределительных сетях напряжения 20 кВ с мощностью двухтрансформаторных подстанций 2×1000 кВА и 2×1250 кВА (в отдельных обоснованных случаях 1600 кВА).

Сечение кабеля выбирается из условия роста электрических нагрузок потребителей на срок не менее 40 лет.

Центры питания (ПС 220–110 кВ)

Единичная мощность трансформаторов на новых ПС 110 кВ в крупных городах, в соответствии с РД 34.20.185-94, рекомендуется: при питании ПС по воздушным ЛЭП – не менее 25 МВА (не менее 40 МВА на 220 кВ); при питании по кабельным линиям – не менее 40 МВА. При реконструкции, в соответствии с Положением ОАО «ФСК» о технической политике в распределительном комплексе, рекомендуется применять на ПС 110 кВ силовые трансформаторы единичной мощностью не более 63 МВА.

РИС. 1.
Принципиальная
схема построения
распределительной
сети 10 кВ – петлевая

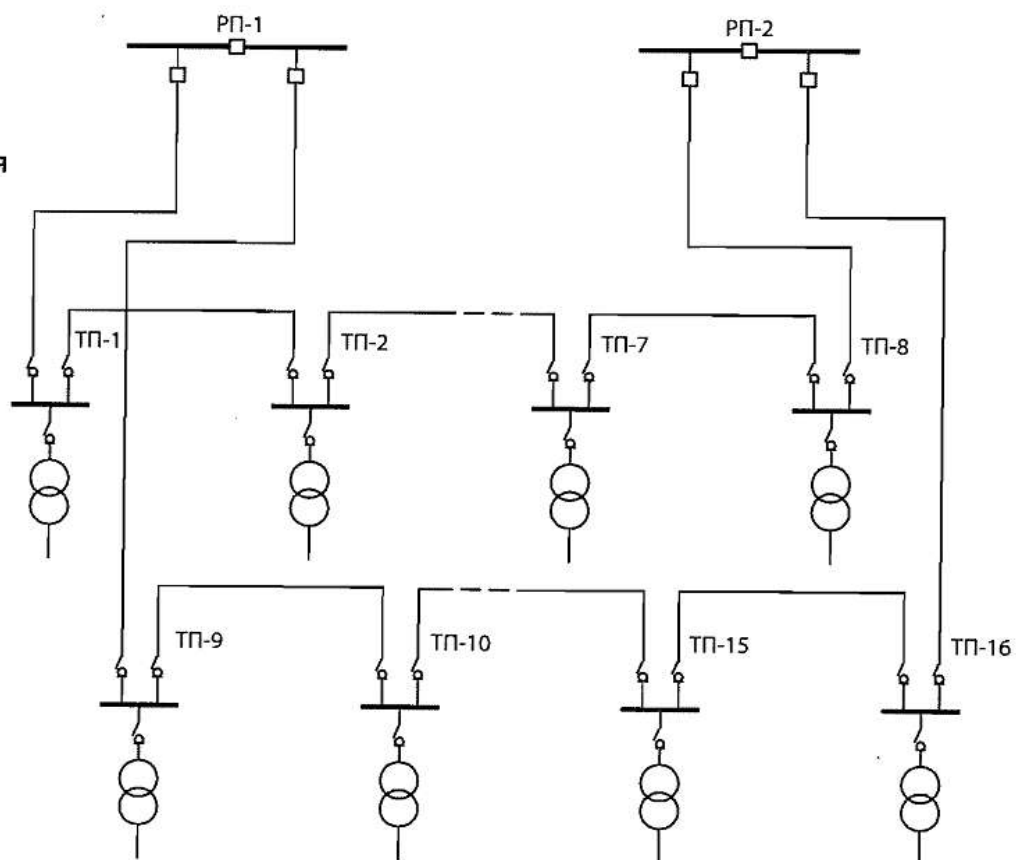
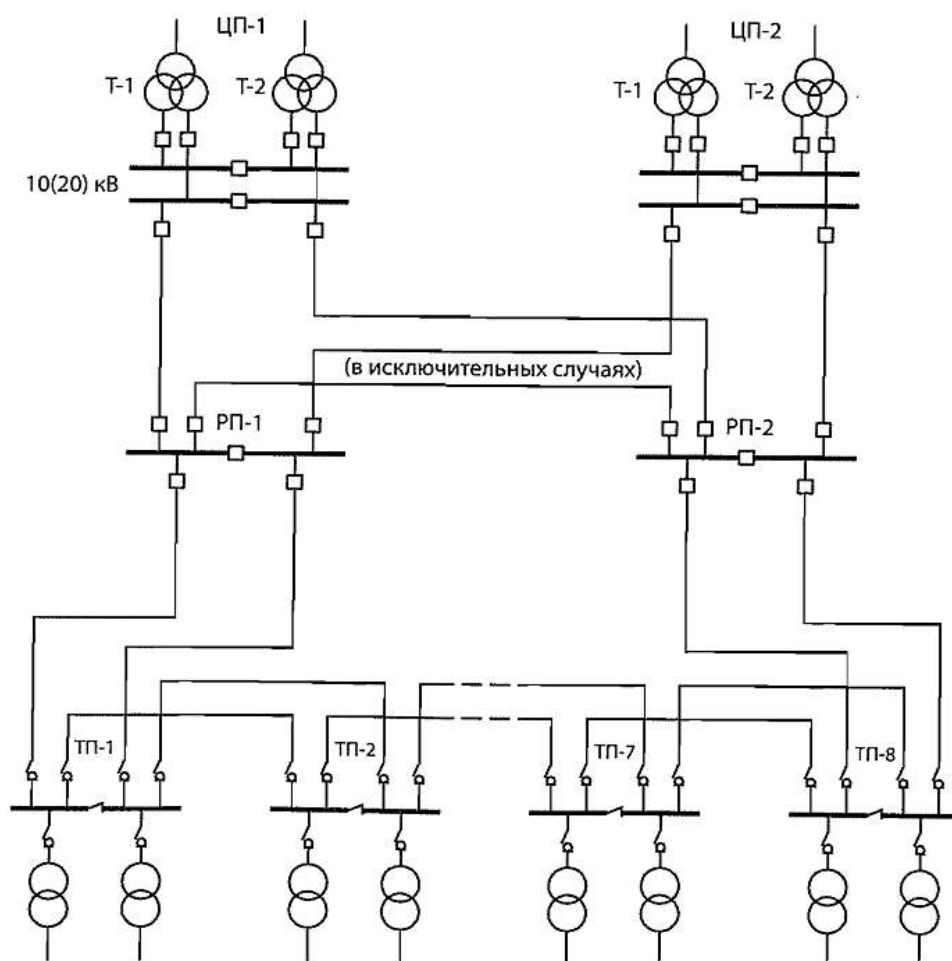


РИС. 2.
Принципиальная
схема построения
распределительной
сети 10(20) кВ –
встречная
двухлучевая



С целью обеспечения опережающего ввода трансформаторных мощностей на центрах питания в развивающихся районах (кварталах) в отдельных случаях целесообразно применение «кассетных» подстанций с сооружением здания РУ 10 кВ с возможностью постепенного наращивания количества и мощностей трансформаторов 110 кВ (например, 2×25 МВА – 3×25 МВА – 4×25 МВА).

Для возможности обеспечения разгрузки существующих ЦП в районах новой и прилегающей к ним существующей застройки, сторону НН на новых ПС 220–110 кВ следует выполнять, как правило, на 10 и 20 кВ (на каждом трансформаторе); при соответствующих обоснованиях одна из обмоток (на каждом трансформаторе) предусматривается на напряжение 6 кВ.

В зоне действия новой ПС, где не предполагается в ближайшей перспективе сооружение второго ЦП с напряжением 20 кВ, сторона НН выполняется на 10 кВ.

Уровни токов КЗ на шинах 6–10–20 кВ ПС, к которым подключаются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, должны быть, как правило, не выше 12 кА, что позволит применять кабели с сечением экрана не более 70 мм². Для этого необходимо выполнять реактирование на трансформаторных вводах (шины 6–10–20 кВ) при мощностях трансформаторов (с расщепленными обмотками) 40 МВА и более на напряжении 6 кВ, 63 МВА и более на напряжении 10 кВ и 100 МВА и более на напряжении 20 кВ.

Силовые выключатели в ячейках РУ 10–20 кВ на центрах питания – элегазовые либо вакуумные. При этом на ЦП, питающих сети с преобладанием кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, предпочтительно применение элегазовых выключателей.

Питающие электрические сети 6–10–20 кВ

Основное направление развития сетей среднего напряжения – применение напряжения 10 и 20 кВ.

Напряжение 20 кВ целесообразно применять при возможности обеспечения питания от двух ЦП с напряжением 20 кВ в новых локальных районах высокоплотной застройки в крупных и крупнейших городах.

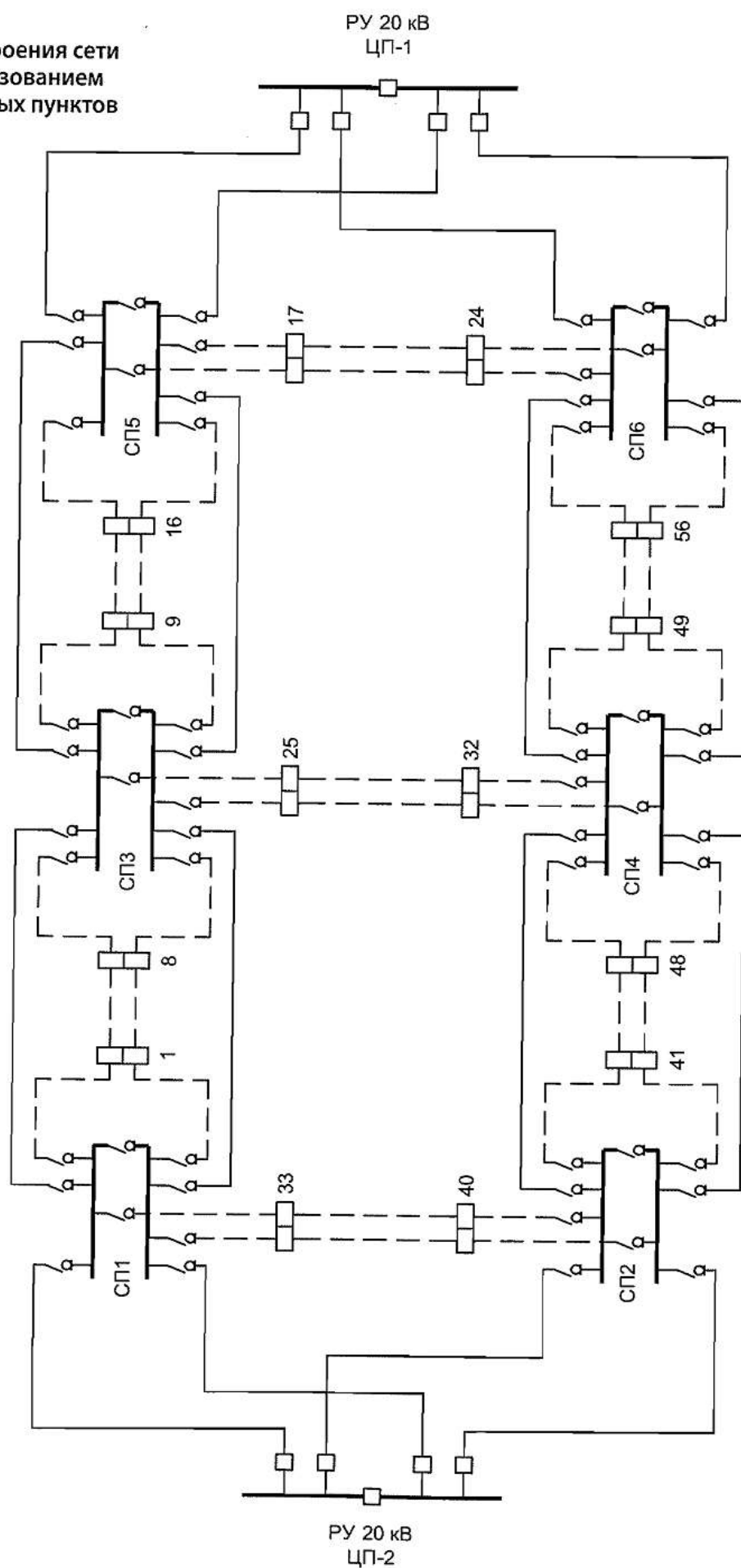
Построение схем питающих сетей 10 кВ в районах новой застройки предлагается выполнять на базе двухсекционных РП с АВР на секционном выключателе 10 кВ и питанием РП, как правило, от двух независимых, территориально разнесенных ЦП по двум независимым (взаиморезервируемым) кабельным либо кабельно-воздушным линиям (с применением СИП 6–10–20 кВ). При этом ограниченное взаиморезервирование соседних ЦП должно осуществляться по распределительной сети.

В целях повышения надежности питания РП 10 кВ с присоединенной концентрированной (крупной) нагрузкой промышленного потребителя, большой нагрузкой особо ответственных потребителей (уникальные здания и сооружения, крупные административные комплексы, здания центральных правительственных учреждений, особо важные объекты ГО, мощные категоризованные насосные станции инженерного обеспечения города) могут выполняться поперечные связи между РП (прокладка кабелей, резервирующих секции РП в послеаварийном режиме).

Расчетное сечение питающих линий (двух – по одной на секцию) к РП 10 кВ, исходя из максимальной нагрузки РП 12 МВт, составляет $3 \times 1 \times 630$ мм². При меньших расчетных нагрузках сечение жил кабелей питающих линий 10 кВ может составлять от 240 до 500 мм². Например, в Московской кабельной сети принято решение о применении двух базовых сечений питающих кабельных линий – 500 мм² (максимальная нагрузка РП – 10 МВА) и 240 мм².

Построение схем питающих сетей 20 кВ предлагается выполнять как по варианту, аналогичному схеме 10 кВ, так и по варианту с применением вместо РП соединительных пунктов – по принципу магистрали с отбором мощности через соединительные пункты (рис. 3).

РИС. 3.
Вариант построения сети
20 кВ с использованием
соединительных пунктов



Целесообразность применения той или иной схемы должна определяться в каждом конкретном случае на основе технико-экономических расчетов.

Что касается конструктивного исполнения новых распределительных пунктов 10 кВ и 20 кВ, то они, как правило, должны быть малогабаритными, блочного исполнения, с максимальным током линейных и секционных ячеек до 1000 А и возможностью ввода однофазных кабелей 10–20 кВ с максимальным сечением 630 мм².

Силовые выключатели в ячейках РУ 10–20 кВ распределительных пунктов – элегазовые либо вакуумные. При этом в сети с преобладанием кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена предпочтительно применение элегазовых выключателей.

Распределительные пункты могут быть как со встроенными трансформаторными подстанциями, так и без них.

Распределительные электрические сети 6–10–20 кВ

В районах новой жилой и общественно-деловой застройки, где будут присутствовать потребители электроэнергии только 2-й и 1-й категорий по надежности электроснабжения, целесообразно применение, как правило, неавтоматизированных (без АВР на высокой и низкой сторонах ТП) разветвленных многолучевых схем на базе двухтрансформаторных секционированных ТП. Причем построение распределительной многолучевой сети необходимо выполнять по встречной схеме, то есть питать разные секции одной ТП от разных (независимых) взаиморезервируемых секций одного или двух РП (либо ЦП) по разным трассам.

Применение АВР возможно в отдельных обоснованных случаях с обязательной телемеханизацией.

Оптимальное количество присоединяемых к РП 10 кВ трансформаторных подстанций – порядка 12–14 шт., к РП 20 кВ – порядка 16–20 шт.

Для построения распределительной сети 10–20 кВ целесообразно применять унифицированное сечение кабелей 120 мм²; на головных участках возможно использование кабелей 240 мм².

В целях значительного сокращения финансовых затрат, сроков строительства и оформления разрешительной документации, трансформаторные подстанции целесообразно повсеместно выполнять малогабаритными блочными комплектами, высокой заводской готовности, типа БКТП с элегазовыми комплектами распределительными устройствами.

При строительстве новых и реконструкции существующих ПС, при ожидаемом ежегодном росте нагрузок в ближайшие 10 лет, намного превышающем 5%, существующие сети 6 кВ (п. 3.1.5. СО 153.34.20.185-94) переводятся на напряжение 10 кВ.