

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(АНО ВО «РОСНОУ»)**

**Институт информационных систем и инженерно-компьютерных
технологий**

Кафедра электроэнергетики и электротехники

**Методические указания
к курсовой работе по учебной дисциплине
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТЭЦ И ПОДСТАНЦИЙ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

**направление: 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**профиль: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,
организаций и учреждений**

ЭУММ УД рассмотрены и утверждены
на заседании кафедры «___» _____ 2022, протокол №___.

И.о. заведующего кафедрой
кандидат технических наук

Бовтрикова Е.В. _____

Автор:

к.т.н., доцент, Бовтрикова Е.В.

В настоящих методических указаниях рассмотрены основные этапы проектирования ТЭЦ и подстанций систем электроснабжения.

Целью выполнения курсовой работы является:

1. Изучение основных этапов проектирования ТЭЦ и подстанций систем электроснабжения.
2. Выбор силового трансформатора на электрической подстанции.

Содержание

1 Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

2 Системы охлаждения силовых трансформаторов

3 Нагрузочная способность силовых трансформаторов

4 Выбор трансформаторов на подстанции

5 Алгоритм выполнения курсовой работы

6 Требования к оформлению курсовой работы

**ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)**

1 Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

Одним из этапов проектирования электрической части ТЭЦ и подстанций является выбор силовых трансформаторов.

Силовые трансформаторы предназначены для преобразования электроэнергии переменного тока с одного напряжения на другое.

Силовой трансформатор - статическое устройство, имеющее две или более обмотки, предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного напряжения и тока в одну или несколько других систем переменного напряжения и тока, имеющих обычно другие значения при той же частоте, с целью передачи мощности.

Автотрансформатор (АТ) - вариант трансформатора, в котором первичная и вторичная обмотки соединены напрямую, поэтому имеют не только электромагнитную, но и электрическую связь.

Преимущество АТ - более высокий КПД, поскольку лишь часть мощности подвергается преобразованию.

Наибольшее распространение получили трехфазные трансформаторы, так как потери в них на 12-15 % ниже, а расход активных материалов и стоимость на 20-25 % меньше, чем в группе трех однофазных трансформаторов такой же суммарной мощности.

Предельная единичная мощность трансформаторов ограничивается массой, размерами, условиями транспортировки.

Трехфазные трансформаторы на напряжение 220 кВ изготавливают мощностью до 1000 МВ·А, на 330 кВ - 1250 МВ·А, на 500 кВ - 1000 МВ·А.

Однофазные трансформаторы применяются, если невозможно изготовление трехфазных трансформаторов необходимой мощности или затруднена их транспортировка. Наибольшая мощность группы однофазных трансформаторов напряжением 500 кВ составляет 3х533 МВ·А, напряжением 750 кВ - 3х417 МВ·А, напряжением 1150 кВ - 3х667 МВ·А.

По количеству обмоток различного напряжения на каждую фазу трансформаторы разделяются на **двухобмоточные** и **трехобмоточные** (рисунок 1 а, б).

Кроме того, обмотки одного и того же напряжения, обычно низшего, могут состоять из двух и более параллельных ветвей, изолированных друг от друга и от заземленных частей. Такие трансформаторы называют трансформаторами с расщепленными обмотками (рисунок 1, в).

Обмотки высшего, среднего и низшего напряжения принято сокращенно обозначать соответственно ВН, СН, НН.

К основным параметрам трансформатора относятся: номинальные мощность, напряжение, ток; напряжение КЗ; ток холостого хода; потери холостого хода и КЗ.

Номинальной мощностью трансформатора называется указанное в заводском паспорте значение полной мощности, на которую непрерывно может быть нагружен трансформатор в номинальных условиях места установки и охлаждающей среды при номинальных частоте и напряжении.

За **номинальную мощность автотрансформатора** принимается номинальная мощность каждой из сторон, имеющих между собой автотрансформаторную связь (проходная мощность).

Напряжение короткого замыкания u_k - это напряжение, при подведении которого к одной из обмоток трансформатора при замкнутой накоротко другой обмотке в ней проходит ток, равный номинальному.

Напряжение КЗ определяют по падению напряжения в трансформаторе, оно характеризует полное сопротивление обмоток трансформатора.

В трехобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах напряжение КЗ определяется для любой пары его обмоток при разомкнутой третьей обмотке. Таким образом, в каталогах приводятся три значения напряжения КЗ: u_k ВН- НН, u_k ВН-СН, u_k СН-НН.

Ток холостого хода I_{xx} характеризует активные и реактивные потери в стали и зависит от магнитных свойств стали, конструкции и качества сборки магнитопровода и от магнитной индукции.

Ток холостого хода выражается в процентах номинального тока трансформатора.

В современных трансформаторах с холоднокатаной сталью токи холостого хода имеют небольшие значения.

Потери холостого хода P_{xx} и короткого замыкания **P_k** определяют экономичность работы трансформатора.

Потери холостого хода **P_{xx}** состоят из потерь стали на перемагничивание и вихревые токи.

Потери короткого замыкания **P_k** состоят из потерь в обмотках при протекании по ним токов нагрузки и добавочных потерь в обмотках и конструкциях трансформатора. Добавочные потери вызваны магнитными полями рассеяния, создающими вихревые токи в крайних витках обмотки и конструкциях трансформатора (стенки бака, ярмовые балки и др.). Для их снижения обмотки выполняются многожильным транспонированным проводом, а стенки бака экранируются магнитными шунтами.

2 Системы охлаждения силовых трансформаторов

При работе трансформатора происходит нагрев обмоток и магнитопровода за счет потерь энергии. Предельный нагрев частей трансформатора ограничивается изоляцией, срок службы которой зависит от температуры нагрева. Чем больше мощность трансформатора, тем интенсивнее должна быть система охлаждения.

Естественное воздушное охлаждение трансформаторов

осуществляется путем естественной конвекции воздуха и частично - лучеиспускания в воздухе. Такие трансформаторы называются «сухие». Условно принято обозначать естественное воздушное охлаждение при открытом исполнении **С**, при защищенном исполнении **СЗ**, при

герметизированном исполнении СГ, с принудительной циркуляцией воздуха СД.

Естественное масляное охлаждение (М) выполняется для трансформаторов мощностью до 16 000 кВ·А включительно. В таких трансформаторах теплота, выделенная в обмотках и магнитопроводе, передается окружающему маслу, которое, циркулируя по баку и радиаторным трубам, передает его окружающему воздуху.

Масляное охлаждение с дутьем и естественной циркуляцией масла (Д) применяется для более мощных трансформаторов. В этом случае в навесных охладителях из радиаторных труб помещаются вентиляторы. Вентилятор засасывает воздух снизу и обдувает нагретую верхнюю часть труб. Пуск и останов вентиляторов могут осуществляться автоматически в зависимости от нагрузки и температуры нагрева масла. Трансформаторы с таким охлаждением могут работать при полностью отключенном дутье, если нагрузка не превышает 100 % номинальной, а температура верхних слоев масла не более 55°C, а также при минусовых температурах окружающего воздуха и температуре масла не выше 45°C независимо от нагрузки. Максимально допустимая температура масла в верхних слоях при работе с номинальной нагрузкой составляет 95°C.

Масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла через воздушные охладители (ДЦ) применяется для трансформаторов мощностью 63000 кВА и более. Охладители состоят из системы тонких ребристых трубок, обдуваемых снаружи вентилятором. Электронасосы, встроенные в маслопроводы, создают непрерывную принудительную циркуляцию масла через охладители

В трансформаторах с направленным потоком масла (НДЦ), интенсивность охлаждения повышается, что позволяет увеличить допустимые температуры обмоток.

Масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла (Ц) принципиально устроено так же, как система ДЦ, но в отличие от

последнего охладители состоят из трубок, по которым циркулирует вода, а между трубками движется масло.

Температура масла на входе в маслоохладитель не должна превышать 70°C.

Масляно-водяное охлаждение с направленным потоком масла (НЦ) применяется для трансформаторов мощностью 630 МВА и более.

На трансформаторах с системами охлаждения ДЦ и Ц устройства принудительной циркуляции масла должны автоматически включаться одновременно с включением трансформатора и работать непрерывно независимо от нагрузки трансформаторов.

В то же время число включаемых в работу охладителей определяется нагрузкой трансформатора. Такие трансформаторы должны иметь сигнализацию о прекращении циркуляции масла, охлаждающей воды или об останове вентилятора.

Буквенное обозначение трансформатора.

Каждый трансформатор имеет условное буквенное обозначение, которое содержит следующие данные в том порядке, как указано ниже:

- 1) число фаз (для однофазных - О; для трехфазных - Т);
- 2) вид охлаждения - в соответствии с пояснениями, приведенными выше;
- 3) число обмоток, работающих на различные сети (если оно больше двух), для трехобмоточного трансформатора Т; для трансформатора с расщепленными обмотками Р (после числа фаз);
- 4) буква Н в обозначении при выполнении одной из обмоток с устройством РПН;
- 5) буква А на первом месте для обозначения автотрансформатора.

За буквенным обозначением указывается номинальная мощность, кВА; класс напряжения обмотки (ВН); климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические

изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды» и ГОСТ 15543-70 ГОСТ 15543-70 «Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие технические требования в части воздействия климатических факторов внешней среды» (изменен в части на ГОСТ 15543.1-89 «Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам»).

3 Нагрузочная способность силовых трансформаторов.

При выборе мощности трансформаторов необходимо руководствоваться не только их номинальной мощностью, так как в реальных условиях температура охлаждающей среды, условия установки трансформатора могут быть отличными от принятых.

Нагрузка трансформатора меняется в течение суток, и если мощность выбрать по максимальной нагрузке, то в периоды ее спада трансформатор будет не загружен, т.е. недоиспользована его мощность. Опыт эксплуатации показывает, что трансформатор может работать часть суток с перегрузкой, если в другую часть его нагрузка меньше номинальной. Критерием различных режимов является износ изоляции трансформатора.

Нагрузочная способность трансформатора - это совокупность допустимых нагрузок и перегрузок.

Допустимая нагрузка - это длительная нагрузка, при которой расчетный износ изоляции обмоток от нагрева не превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы.

Перегрузка трансформатора - режим, при котором расчетный износ изоляции обмоток превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы. Такой режим возникает, если нагрузка окажется больше номинальной мощности трансформатора или температура охлаждающей среды больше принятой расчетной.

Допустимые систематические нагрузки трансформатора больше его номинальной мощности возможны за счет неравномерности нагрузки в течение суток. На рисунке 4 изображен суточный график нагрузки, из которого видно, что в ночные, утренние и дневные часы трансформатор недогружен, а во время вечернего максимума перегружен. При недогрузке износ изоляции мал, а во время перегрузки значительно увеличивается. Максимально допустимая систематическая нагрузка определяется при условии, что наибольшая температура обмотки 140°C , наибольшая температура масла в верхних слоях 95°C и износ изоляции за время максимальной нагрузки такой же, как при работе трансформатора при постоянной номинальной нагрузке, когда температура наиболее нагретой точки не превышает 98°C (ГОСТ 14209-85). Для подсчета допустимой систематической нагрузки действительный график преобразуется в двухступенчатый.

Коэффициент начальной нагрузки эквивалентного графика определяется по выражению

$$K_1 = \frac{1}{S_{\text{ном}}} \sqrt{\frac{s_1^2 \Delta t_1 + s_2^2 \Delta t_2 + \dots + s_m^2 \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}},$$

где s_1, s_2, \dots, s_m - значения нагрузки в интервалах $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_m$.

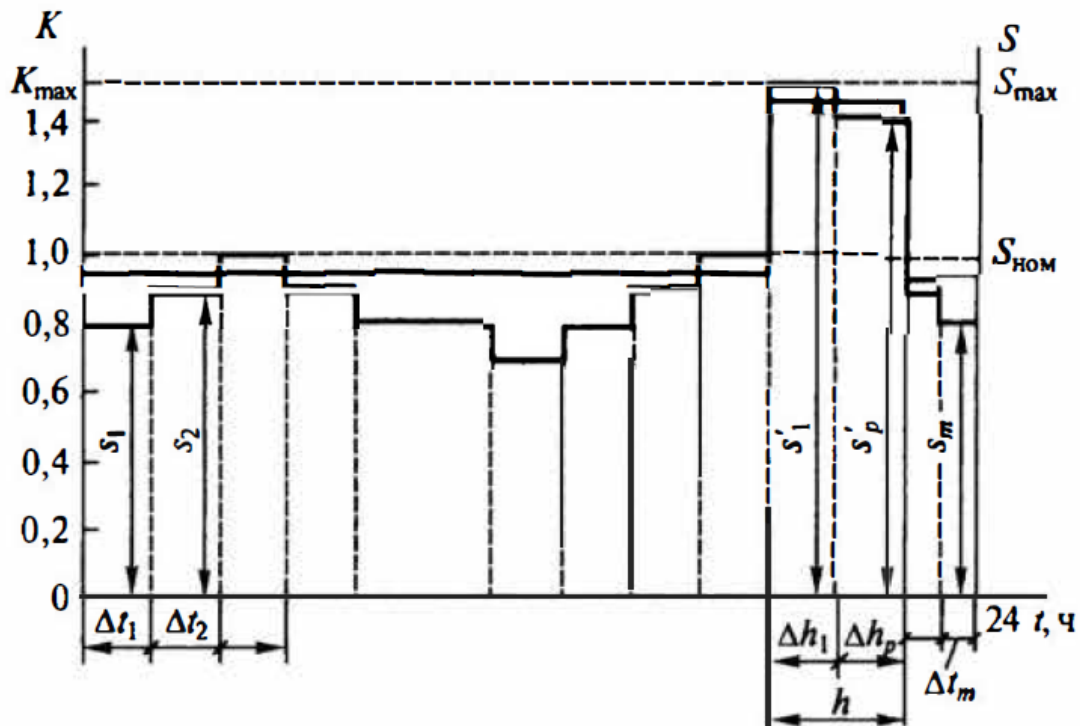


Рисунок 1 - Построение двухступенчатого графика по суточному графику нагрузки трансформатора

Коэффициент максимальной нагрузки в интервале $h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p$ будет равен:

$$K'_2 = \frac{1}{S_{\text{НОМ}}} \sqrt{\frac{(s'_1)^2 \Delta h_1 + (s'_2)^2 \Delta h_2 + \dots + (s'_p)^2 \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p}}$$

Если $K'_2 \geq 0,9K_{\text{max}}$, то принимают $K'_2 = K_2$, если $K'_2 < 0,9K_{\text{max}}$, то принимают $K_2 = 0,9K_{\text{max}}$.

Зная среднюю температуру охлаждающей среды за время действия графика (Θохл), систему охлаждения трансформатора (М,Д, ДЦ, Ц), по таблицам, приведенным в ГОСТ 14209-85 (для трансформатора до 100 МВА), определяют допустимость относительной нагрузки K_2 и ее продолжительность.

Нагрузка более $1,5S_{ном}$ должна быть согласована с заводом-изготовителем.

Нагрузка более $2S_{ном}$ не допускается.

Аварийная перегрузка разрешается в аварийных случаях, например при выходе из строя параллельно включенного трансформатора.

Допустимая аварийная перегрузка определяется предельно допустимыми температурами обмотки (140°C для трансформаторов напряжением выше 110 кВ и 160°C для остальных трансформаторов) и температурой масла в верхних слоях (115°C).

Аварийные перегрузки вызывают повышенный износ витковой изоляции, что может привести к сокращению нормированного срока службы трансформатора, если повышенный износ впоследствии не компенсирован нагрузкой с износом изоляции ниже нормального.

Допустимая (кратковременная) аварийная перегрузка определяется:

<i>Масляные трансформаторы</i>					
Перегрузка по току, %	30	45	60	75	100
Длительность перегрузки, мин	120	80	45	20	10
<i>Сухие трансформаторы</i>					
Перегрузка по току, %	20	30	40	50	60
Длительность перегрузки, мин	60	45	32	18	5

Анализируя приведенные в ГОСТ 14209-85 таблицы допустимых перегрузок, можно сделать вывод, что трансформаторы с системами охлаждения М, Д, ДЦ и Ц при первоначальной нагрузке $0,9S_{ном}$ допускают перегрузку на 40 % в течение 6 ч при температуре охлаждающего воздуха не более 20°C .

Эту перегрузку имеют в виду, когда определяют расчетные токи в цепях трансформаторов.

4 Выбор трансформаторов на подстанции

Наиболее часто на подстанциях устанавливают два трансформатора или автотрансформатора. В этом случае при правильном выборе мощности трансформаторов обеспечивается надежное электроснабжение потребителей даже при аварийном отключении одного из них.

На двухтрансформаторных подстанциях в первые годы эксплуатации, когда нагрузка не достигла расчетной, возможна установка одного трансформатора. В течение этого периода необходимо обеспечить резервирование электроснабжения потребителей по сетям среднего или низшего напряжения. В дальнейшем при увеличении нагрузки до расчетной устанавливается второй трансформатор. Если при установке одного трансформатора обеспечить резервирование по сетям СН и НН нельзя или полная расчетная нагрузка подстанции ожидается раньше чем через 3 года после ввода ее в эксплуатацию, то подстанция сооружается по конечной схеме, т. е. с двумя трансформаторами.

Однотрансформаторные подстанции могут сооружаться для питания неответственных потребителей III категории, если замена поврежденного трансформатора или ремонт его производится не более одних суток.

Установка четырех трансформаторов возможна на подстанциях с двумя средними напряжениями (220/110/35/10 кВ, 500/220/35/10 кВ и др.).

Мощность трансформаторов выбирается по условиям:

при установке одного трансформатора

$$S_{\text{ном}} \geq S_{\text{max}} ; \quad (1)$$

при установке двух трансформаторов

$$S_{\text{ном}} \geq 0,7 S_{\text{max}} ; \quad (2)$$

при установке n трансформаторов

$$S_{\text{ном}} \geq 0,7 \frac{S_{\text{max}}}{(n-1)}, \quad (3)$$

где S_{max} - наибольшая нагрузка подстанции на расчетный период 5 лет.

Трансформаторы, выбранные по условиям формул (2) и (3), обеспечивают

питание всех потребителей в нормальном режиме при оптимальной загрузке трансформаторов $(0,6-0,7)S_{ном}$, а в аварийном режиме оставшийся в работе один трансформатор обеспечивает питание потребителей с учетом допустимой аварийной или систематической перегрузки трансформаторов.

При выборе мощности автотрансформаторов, к обмотке НН которых присоединены синхронные компенсаторы, необходимо проверить загрузку общей обмотки автотрансформатора.

Трансформаторы и автотрансформаторы с ВН до 500 кВ включительно по возможности выбираются трехфазными.

Группы из однофазных трансформаторов устанавливаются при отсутствии трехфазных трансформаторов соответствующей мощности.

При установке одной группы однофазных трансформаторов предусматривается одна резервная фаза. В ряде случаев может оказаться экономичнее применить спаренные трехфазные трансформаторы (автотрансформаторы).

Исходные данные по электрическим нагрузкам подстанции приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Нагрузка подстанции в течение суток в нормальном режиме в зимний максимум

Время местное, T (ч)	Полная мощность, S (МВА)
2	8,6
4	7,7
6	8,5
8	10,6
10	12,2
12	11,7
14	12,4
16	14
18	9
20	8
22	7,7
24	6,9

Таблица 2 – Нагрузка подстанции в течение суток в нормальном режиме в летний максимум

Время местное, T (ч)	Полная мощность, S (МВА)
2	5,1
4	4,5
6	5,4
8	7,3
10	8,2
12	9,3
14	10,6
16	9,4
18	10
20	7,3
22	9,9

Время местное, T (ч)	Полная мощность, S (МВА)
24	9,0

5 Алгоритм выполнения курсовой работы

1. По Таблицам 1 и 2 построить графики нагрузки трансформаторов (в электронном виде, в таблице Excel). На полученных графиках указать максимальную величину нагрузки, по которой должен проводиться выбор силовых трансформаторов.

2. По максимальной величине нагрузки выбрать мощность трансформатора по формуле:

$$S_{\text{ном}} \geq 0,7 \times S_{\text{max}}$$

где $S_{\text{ном}}$ - номинальная мощность выбранного трансформатора;

S_{max} - наибольшая в течение суток нагрузка подстанции в нормальном режиме в зимний максимум.

3. Проверить выбранный трансформатор на максимально допустимые систематические нагрузки. Коэффициент начальной нагрузки в зимний период K_1 определить по формуле:

$$K_1 = \frac{1}{S_{\text{ном}}} \times \sqrt{\frac{S_1^2 \times \Delta t_1 + S_2^2 \times \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \times \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}}$$

где S_1, S_2, \dots, S_m - значения нагрузки в интервалах времени $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_m$.

4. Коэффициент перегрузки K_2 определить по формуле:

$$K_2' = \frac{1}{S_{\text{ном}}} \times \sqrt{\frac{(S_1')^2 \times \Delta h_1 + (S_2')^2 \times \Delta h_2 + \dots + (S_m')^2 \times \Delta h_m}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_m}}$$

где S_1', S_2', \dots, S_m' - значения перегрузки в интервалах времени $\Delta h_1, \Delta h_2, \dots, \Delta h_m$.

5. В зависимости от значения K_2' принять значение K_2 .

6. В случае, если выбранный трансформатор не проходит по условиям максимальных допустимых систематических нагрузок, необходимо скорректировать мощность выбранного трансформатора.

7. Оформление курсовой работы производить согласно требованиям к оформлению.

6 Требования к оформлению курсовой работы

Общие требования к текстовым документам изложены в ГОСТ Р 2.105-2019 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам».

Если документ не имеет подразделов, то **нумерация пунктов** в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

3 Методы испытаний

3.1 Аппараты, материалы и реактивы

3.1.1 }
3.1.2 }
3.1.3 } Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела документа

3.2 Подготовка к испытанию

3.2.1 }
3.2.2 }
3.2.3 } Нумерация пунктов второго подраздела третьего раздела документа

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Если текст документа подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву русского или латинского алфавитов, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример.

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы, подразделы должны иметь **заголовки**. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В документе следует применять **стандартизованные единицы физических величин**, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства

измерений (ГСИ). Единицы величин».

Например:

Величина тока составила 5 А.

Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной.

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Пример - Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Оформление иллюстраций и приложений

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации допускается нумеровать в пределах раздела.

В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Например:

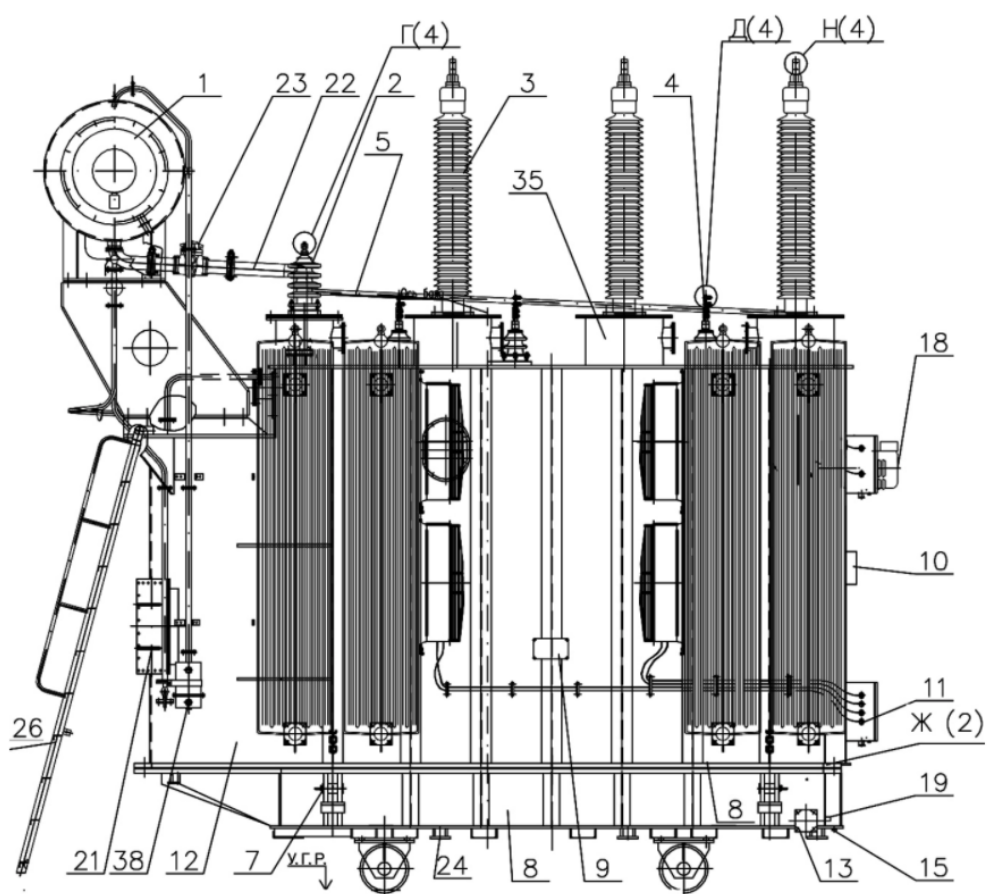


Рисунок 2 – Общий вид трансформатора.

Построение таблиц.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

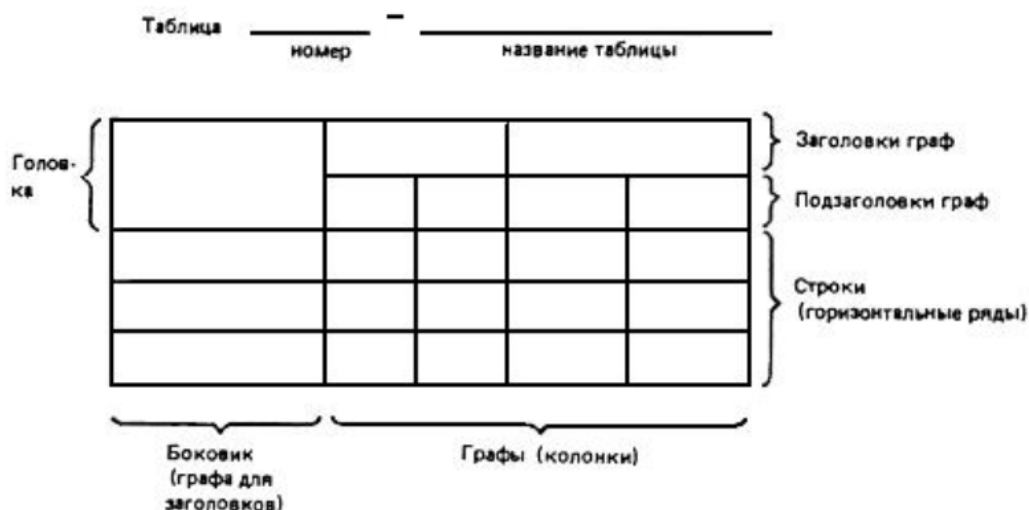


Рисунок 3 – Правила оформления таблиц

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Например:

Таблица 2.1 - Ведомость ссылочных документов

Обоснование	Наименование
	<u>Ссылочные документы</u>
ПУЭ	Правила устройства электроустановок. Издание 7.
ПТЭЭП	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

При оформлении курсовой работы приняты следующие рекомендации.

Текст набирается шрифтом Times New Roman размером 14 пунктов, через полтора интервала, выравнивается по ширине. Абзац, отступ 1,25 см.

Размеры полей страниц: верхнее – 2 см, нижнее – 2,5 см, левое – 3 см, правое – 1 см.

Текст таблиц печатается шрифтом Times New Roman размером 12 пунктов, выравнивается по левому краю.

Расчеты оформляются с помощью редактора формул.!

Далее представлена форма титульного листа.

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Российский новый университет»
(АНО ВО «Российский новый университет»)

Институт «Информационных систем и инженерно-компьютерных
технологий»
Кафедра «Электроэнергетики и электротехники»

Курсовая работа
по УД «Электрическая часть ТЭЦ и подстанций систем
электроснабжения»
Выбор силовых трансформаторов на электрической подстанции

Студента (ки) _____ курса
очной /заочной формы обучения

(подпись)

(Фамилия Имя Отчество (полностью))

Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника
Профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,
организаций и учреждений»

Руководитель КР

(подпись)

(должность, ФИО)

Оценка _____

Москва 2022 г.

**ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

а) основная литература:

1. Кокин, С. Е. Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие / С. Е. Кокин, С. А. Дмитриев ; под редакцией А. А. Суворова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 192 с. — ISBN 978-5-7996-2351-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106769.html>

2. Марков, В. С. Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электростанций и подстанций : учебное пособие / В. С. Марков ; под редакцией Г. П. Шафоростова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-9729-0403-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98409.html>

3. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. — 4-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 174 с. — ISBN 978-5-9729-0404-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98362.html>

б) дополнительная литература:

1. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции. В 2 частях. Ч.2. : учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 97 с. — ISBN 978-5-8265-1724-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22731.html>

2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / . — Москва : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. — 348 с. — ISBN 978-5-98908-105-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22731.html>

3. Николаев, Н. Я. Станции и подстанции : учебное пособие / Н. Я. Николаев, А. Г. Савиновских. — Челябинск : Южно-Уральский институт управления и экономики, 2018. — 140 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81305.html>

ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЛЕКТОВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении учебной дисциплины (в том числе в интерактивной форме) предполагается применение современных информационных технологий. Комплект программного обеспечения для их использования включает в себя: пакеты офисного программного обеспечения Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), или свободно распространяемое программное обеспечение OpenOffice; веб-браузер (Google Chrome, Mozilla, Microsoft Edge др.); электронные библиотечные системы IPR Smart и ЮРАЙТ; систему размещения в сети «Интернет» и проверки на наличие заимствований курсовых, научных и выпускных квалификационных работ «Антиплагиат.ВУЗ».

Для доступа к учебному плану и результатам освоения дисциплины, формирования Портфолио обучающегося используется Личный кабинет студента (он-лайн доступ через сеть Интернет <https://portal.rosnou.ru>). Для обеспечения доступа обучающихся во внеучебное время к электронным образовательным ресурсам учебной дисциплины, а также для студентов, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий, используется портал электронного обучения на базе СДО Moodle (он-лайн доступ через сеть Интернет <https://e-edu.rosnou.ru>).

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<https://electricps.ru/> Справочник электротехнического оборудования

<https://minenergo.gov.ru/> Сайт Минэнерго

<https://www.rosseti.ru/> Сайт ПАО «Россети»

<https://www.so-ups.ru/> Сайт АО «СО ЕЭС»

<http://www.rushydro.ru/> Сайт ПАО «РусГидро»

<https://www.elec.ru/> Электротехнический портал