

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 19.07.2023 17:21:34
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование практических работ	
4.	Содержание практических работ	
4.1	Практическая работа №1 Условные графические обозначения на электрических схемах.	
4.2	Практическая работа №2 Нормативные документы и стандарты по оформлению электроэнергетических схем.	
4.3.	Практическая работа №3 Изучение видов электрических схем.	
4.4	Практическая работа №4 Изучение основного электрооборудования подстанции.	
4.5	Практическая работа №5 Изучение схем комплектных трансформаторных подстанции.	
4.6	Практическая работа №6 Изучение схем комплектных распределительных устройств.	
4.7	Практическая работа №7 Изучение электротехнических изделий и электрооборудования.	
4.8	Практическая работа №8 Схемы электроснабжения промышленных предприятий.	
4.9	Практическая работа №9 Схемы электроснабжения городской электрической сети.	
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
5.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Введение

Практические занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины. Практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Практические занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в получении знаний о проектно- исследовательской деятельности в области электроэнергетики

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов работы основного электроэнергетического оборудования – изучение основ проектирования и исследования в области электроэнергетики; – освоение правил разработки схемных решений и чтения электрических схем и чертежей;
- изучение нормативных документов и стандартов для разработки электрических схем

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3. Наименование практических работ

Для студентов заочной формы обучения предусмотрены следующие практические работы: Практическая работа №1. Условные графические обозначения на электрических схемах. Практическая работа №4. Изучение основного электрооборудования подстанции.

№	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1	Практическая работа №1. Условные графические обозначения на электрических схемах.	3	
2	Практическая работа №2. Нормативные документы и стандарты по оформлению электроэнергетических схем.	3	
3	Практическая работа №3. Изучение видов электрических схем.	3	
4	Практическая работа №4. Изучение основного электрооборудования подстанции.	3	
5	Практическая работа №5. Изучение схем комплектных трансформаторных подстанции.	3	
6	Практическая работа №6. Изучение схем комплектных распределительных устройств.	3	
7	Практическая работа №7. Изучение электро-технических изделий и электрооборудования.	3	

Сертификат:
Владелец:

2C0000043E9A...
Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

8	Практическая работа №8. Схемы электро-снабжения промышленных предприятий.	3	
9	Практическая работа №9. Схемы электро-снабжения городской электрической сети.	3	
	Итого за 3семестр:	27	
	Итого:	27	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

4. Содержание практических работ

Практическая работа №1. Условные графические обозначения на электрических схемах.

Цель: Заключается в ознакомлении с основными условными графическими обозначениями на электрических схемах.

Основы теории:

Электромагнитное устройство с происходящими в нем и в окружающем его пространстве физическими процессами на практике заменяют некоторым расчетным эквивалентом – электрической цепью.

Электрическая цепь – это соединенные друг с другом источник электрической энергии и нагрузка, по которым протекает электрический ток. Графическое изображение электрической цепи с помощью условных знаков называют электрической схемой.

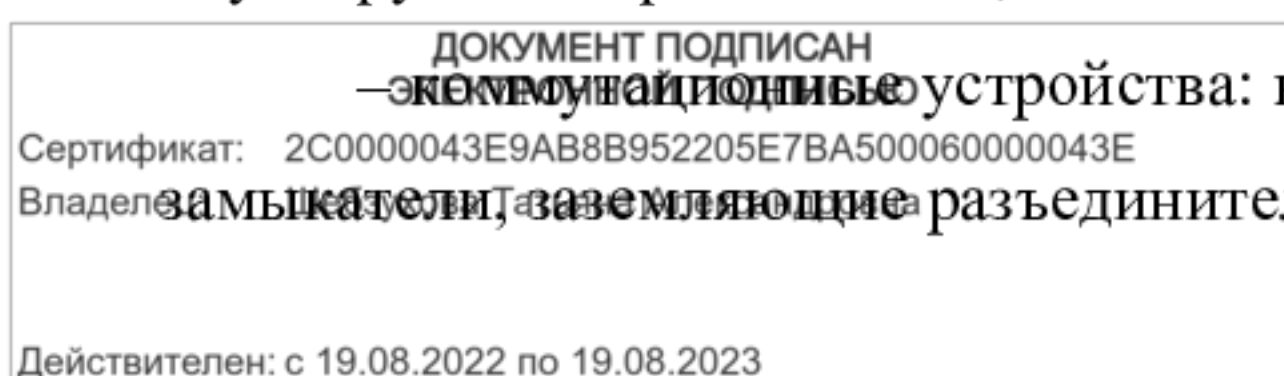
Для составления и чтения электрических схем проектируемых и эксплуатируемых электроустановок необходимы знания единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и сведения об условных графических обозначениях электрических приборов и устройств.

Правила выполнения и условные обозначения (УГО) на нормальных электрических схемах:

1) На схеме должны быть изображены УГО элементов схемы и линии электрических связей между ними:

- генераторы, синхронные компенсаторы;
- автотрансформаторы, трансформаторы (в том числе резервные фазы, трансформаторы собственных нужд), линейные регулировочные трансформаторы, трансформаторы напряжения измерительные, выносные трансформаторы тока, катушки индуктивности и т.д.;
- реакторы шунтирующие, реакторы токоограничивающие, реакторы дугогасящие, батареи конденсаторов, ограничители перенапряжений, разрядники;
- системы (сборных) шин (рабочие, обходные), секции (систем сборных) шин, за исключением шин 0,4 кВ и ниже, необходимость изображения которых определяется эксплуатирующей организацией;

– коммутационные устройства: выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, замыкатели, предохранители, разрядники, предохранители, предохранители, предохранители;



- участки ЛЭП в пределах объекта электроэнергетики;
- оборудование ЛЭП, присоединенное (в том числе без коммутационных аппаратов) к линии электропередачи в пределах объекта электроэнергетики (высокочастотные заградители, конденсаторы связи и т.п.);
- оборудование схем плавки гололеда;
- инвертор-выпрямитель передачи (вставки) постоянного тока.

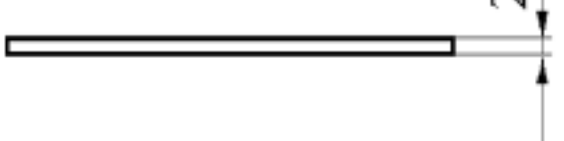
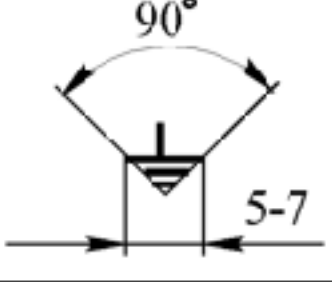
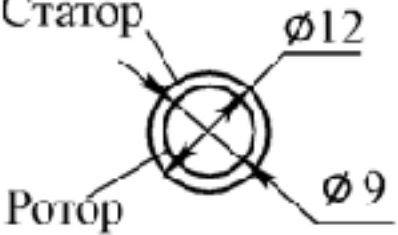
2) Взаимное расположение распределительных устройств высшего и среднего классов напряжения на схеме, как правило, должно соответствовать их действительному размещению на объекте электроэнергетики (согласно виду сверху).

Графическое изображение распределительного устройства высшего класса напряжения следует располагать в верхней и, как правило, левой части схемы.

Чередование ячеек распределительного устройства на схеме должно соответствовать их действительному размещению на объекте электроэнергетики.

3) УГО элементов схемы и линии электрической связи между ними должны выполняться цветом, соответствующим классу напряжения, на котором работает соответствующее оборудование объекта электроэнергетики (см. таблицы 1, 2).

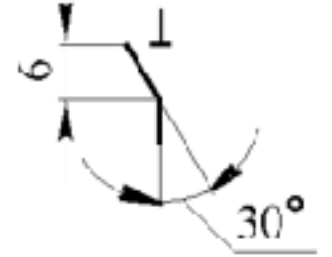
Стандартные буквенные и графические обозначения отдельных элементов схем электрических соединений и их размеры в принципиальных схемах, а также изображения этих элементов в масштабе.

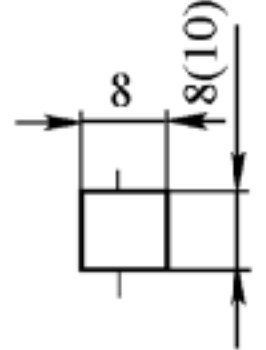
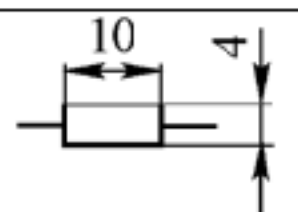
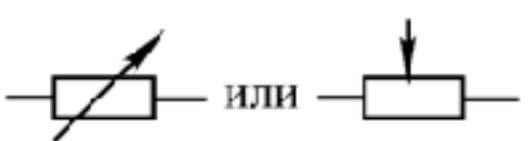
Наименование	Буквенные обозначения	Графические обозначения и размеры
1	2	3
Линия электрической связи или провод, общее обозначение	W	Толщина 1 
Линия электропередачи постоянного тока	W	± 750 кВ 
Кабельная линия электропередачи	W	
Шина, общее обозначение		
Отводы (отпайки от шин)		
Заземление		
Машина электрическая:		
а) общее обозначение (внутри окружности можно указать род машины, род тока, число фаз или вид соединения обмоток)	G	Статор $\varnothing 12$ Ротор $\varnothing 9$ 

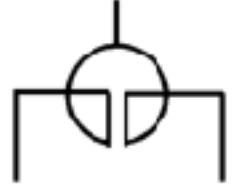
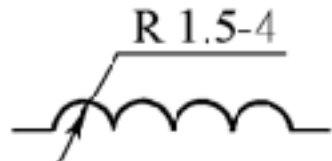
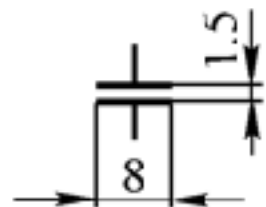
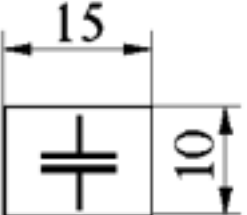
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

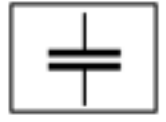
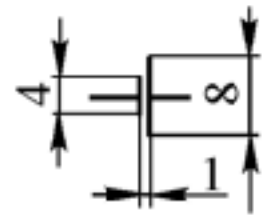
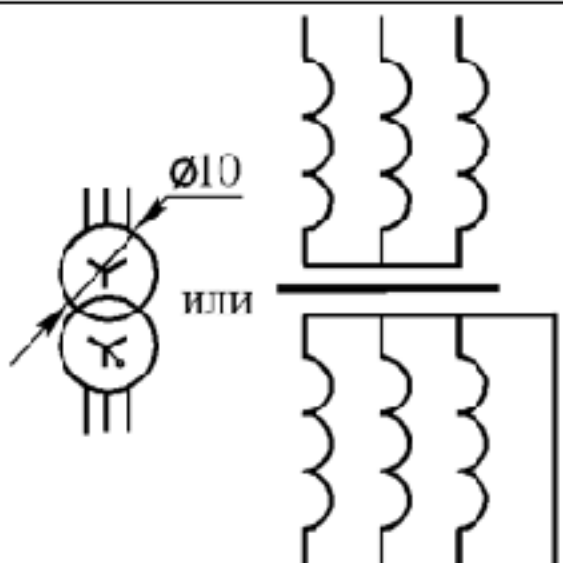
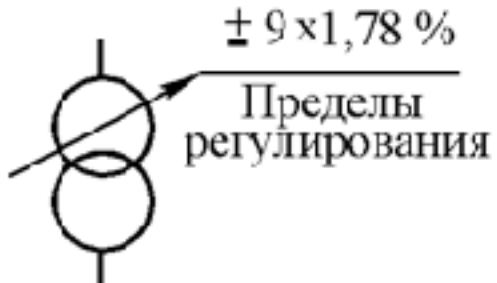
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

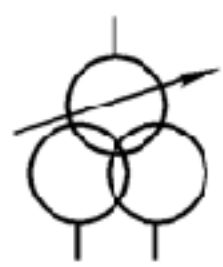
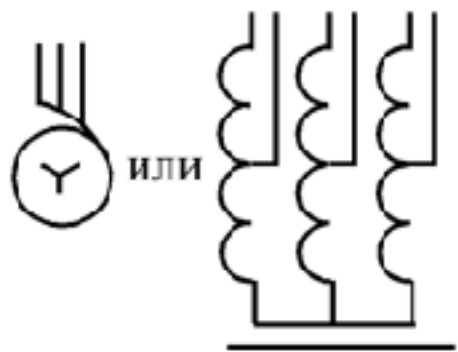
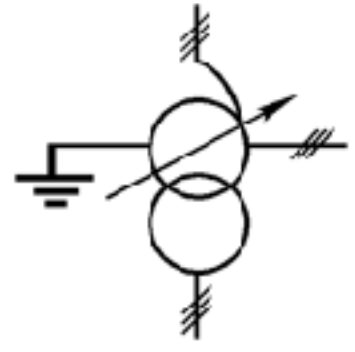
1	2	3
б) трехфазный генератор переменного тока	GA	
в) двигатель с соединением обмоток в "звезду"	M	
Разъединитель		
а) общее обозначение	QS	
б) заземляющий	QSG	
Выключатель-разъединитель (выключатель нагрузки)	QW	
Короткозамыкатель	QN	
Отделитель		
а) одностороннего действия	QR	

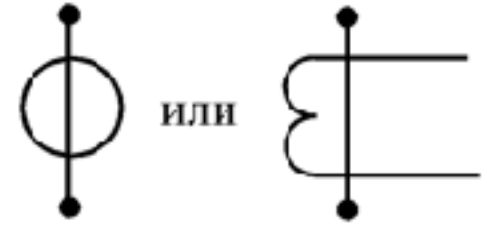
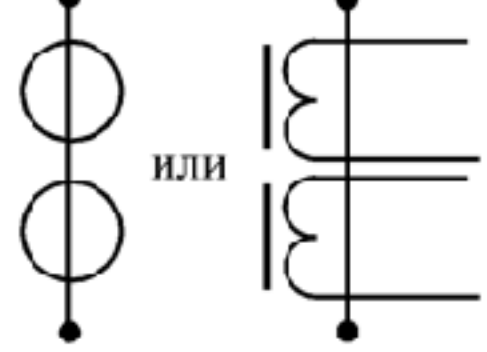
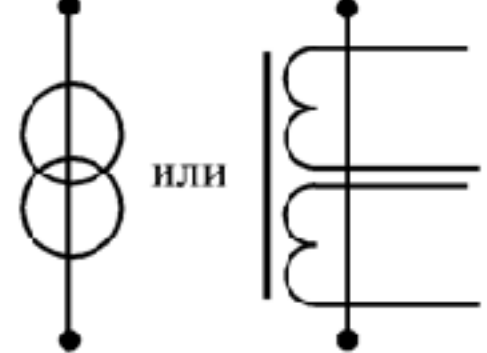
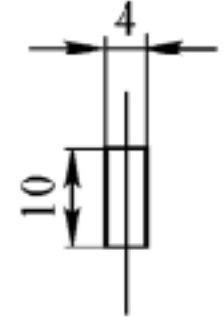
1	2	3
б) двустороннего действия	QR	
Выключатель мощности ВН		
а) отключен	QF	
б) включен	QF	
Резистор:		
а) постоянный	RG	
б) переменный	R	

1	2	3
Реактор		
а) общее обозначение	LR	
б) сдвоенный реактор	LR	
Катушка индуктивности (реактивное сопротивление), дроссель без сердечника	L	
Дроссель с ферромагнитным сердечником	L	
Конденсатор:		
а) постоянной емкости, общее обозначение	C	
б) переменной емкости	C	
в) батарея конденсаторов	CB	

1	2	3
г) зарядный конденсаторный блок	CG	
Аккумуляторная батарея	G	
Трансформатор трехфазный а) двухобмоточный (соединение обмоток в звезду с заземлением нейтрали)	T	
б) двухобмоточный (однолинейное исполнение), с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН)	T	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1	2	3
в) двухобмоточный с расщеплением обмотки НН на две (или трехобмоточный), с РПН	T	
Автотрансформатор трехфазный		
а) двухобмоточный - соединение обмоток в "звезду"	T	
б) трехобмоточный со встроенным регулированием напряжения под нагрузкой	T	
Трансформатор напряжения измерительный	TV	

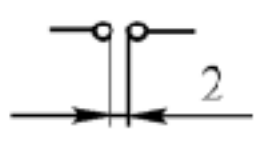
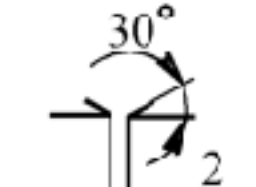
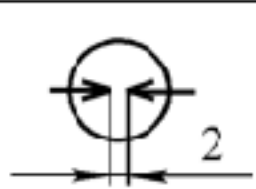
1	2	3
Трансформатор тока:		
а) с одной вторичной обмоткой	TA	
б) с двумя вторичными обмотками и с двумя сердечниками	TA	
в) с одним сердечником и двумя вторичными обмотками	TA	
Предохранитель:		
а) плавкий	FV	

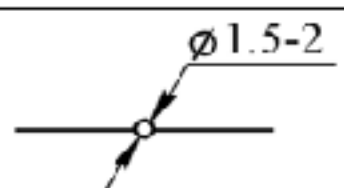
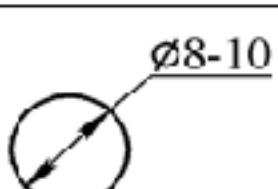
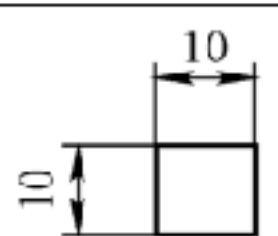
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1	2	3
б) пробивной	F	
Разрядник:		
а) трубчатый	FV	
б) вентильный	FV	
в) шаровой	FV	
г) роговой	FV	
д) вакуумный	FV	
Промежуток искровой защитный	FV	

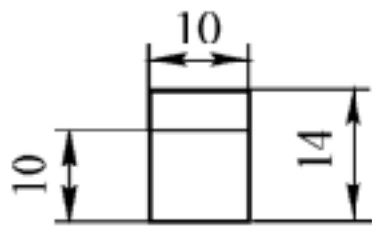
1	2	3
Ограничитель перенапряжений	FV	
Контактное соединение		
а) разборное		
б) неразборное		
в) разъемное		
Прибор измерительный		
а) показывающий	РА	
б) регистрирующий	Λ	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

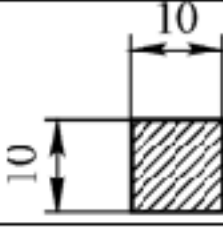
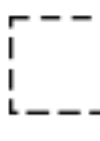
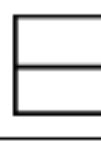
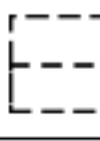
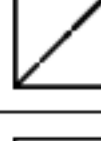
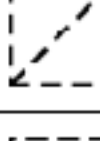
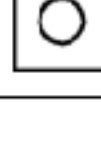
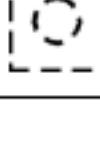
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1	2	3
в) интегрирующий	Wh	
Внутри общего обозначения могут быть вписаны поясняющие буквы: а) амперметр б) вольтметр в) ваттметр г) варметр д) счетчик активной энергии е) счетчик реактивной энергии ж) частотомер	A, PA V, PV W, PW Var, PVA Wh, PI Varh, Pk PF	

Графическое обозначение объектов на схемах и планах

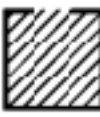
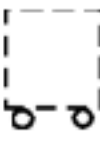
Наименование объекта	Обозначение объекта		
	Существующего	Проектируемого	Намечаемого
1	2	3	4
Электростанция			
а) общее обозначение			
б) тепловая			
в) тепловая с выдачей тепловой энергии потребителю			
г) гидравлическая			
д) атомная			
Подстанция			
а) общее обозначение			
б) тяговая			
в) выпрямительная			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1	2	3	4
Обозначение электростанций с указанием их конструктивного исполнения			
а) установка открытая			
б) установка закрытая			
в) установка передвижная			
Обозначение подстанций с указанием их конструктивного исполнения			
а) установка открытая			
б) установка закрытая			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

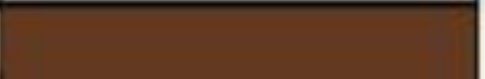
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Таблица 1 Цветовое исполнение классов напряжения

Класс напряжения	Наименование цвета	Спектральные составляющие цвета (цветовая модель RGB)	Пример цвета
1150 кВ	Сиреневый	205:138:255	
800 кВ	Темно-синий	0:0:168	
750 кВ			
500 кВ	Красный	213:0:0	
400 кВ	Оранжевый	255:100:30	
330 кВ	Зеленый	0:170:0	
220 кВ	Желто-зеленый	181:181:0	
150 кВ	Хаки	170:150:0	
110 кВ	Голубой	0:153:255	
60 кВ	Лиловый	255:51:204	
35 кВ	Коричневый	102:51:0	
20 кВ	Ярко-фиолетовый	160:32:240	
15 кВ			
10 кВ	Фиолетовый	102:0:204	
6 кВ	Темно-зеленый	0:102:0	
3 кВ			
ниже 3 кВ	Серый	127:127:127	

Класс напряжения	Наименование цвета	Спектральные составляющие цвета (цветовая модель RGB)	Пример цвета
27 кВ	Коричневый	102:51:0	
24 кВ			
21 кВ	Оранжевый	255:100:30	
20 кВ			
18 кВ			
15,75 кВ	Лиловый	255:51:204	
13,8 кВ			
10,5 кВ	Фиолетовый	102:0:204	
6,3 кВ	Темно-зеленый	0:102:0	
3,15 кВ			
ниже 3,15 кВ	Серый	127:127:127	

Требования к выполнению отдельных УГО элементов нормальной электрической схемы

1. УГО ЛЭП должны отображаться утолщенными линиями электрической связи (двукратное или большее увеличение толщины по отношению к линиям, которыми выполняются УГО элементов схемы).

2. Не допускается поворачивать и отображать зеркально на нормальной схеме УГО генераторов, автотрансформаторов, трансформаторов (кроме трансформаторов собственных нужд).

3. Возможность регулирования на оборудовании необходимо отображать стрелкой черного цвета в соответствии с ГОСТ 2.721 (см. рисунок 1). Отвод связи обмотки среднего напряжения автотрансформаторов допустимо изображать как со стороны касания дуги, так и с противоположной стороны (см. рисунок2).

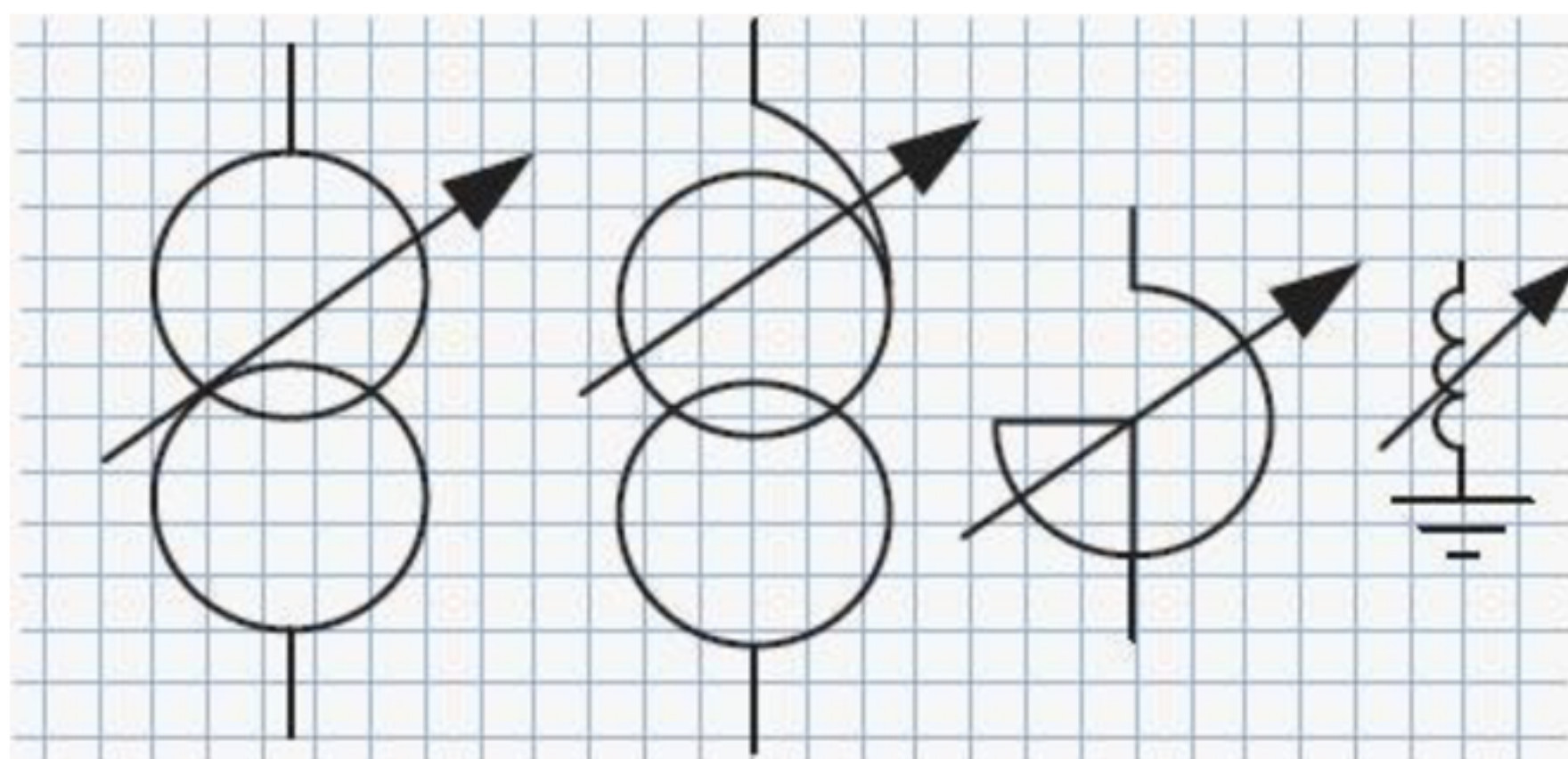


Рисунок 1

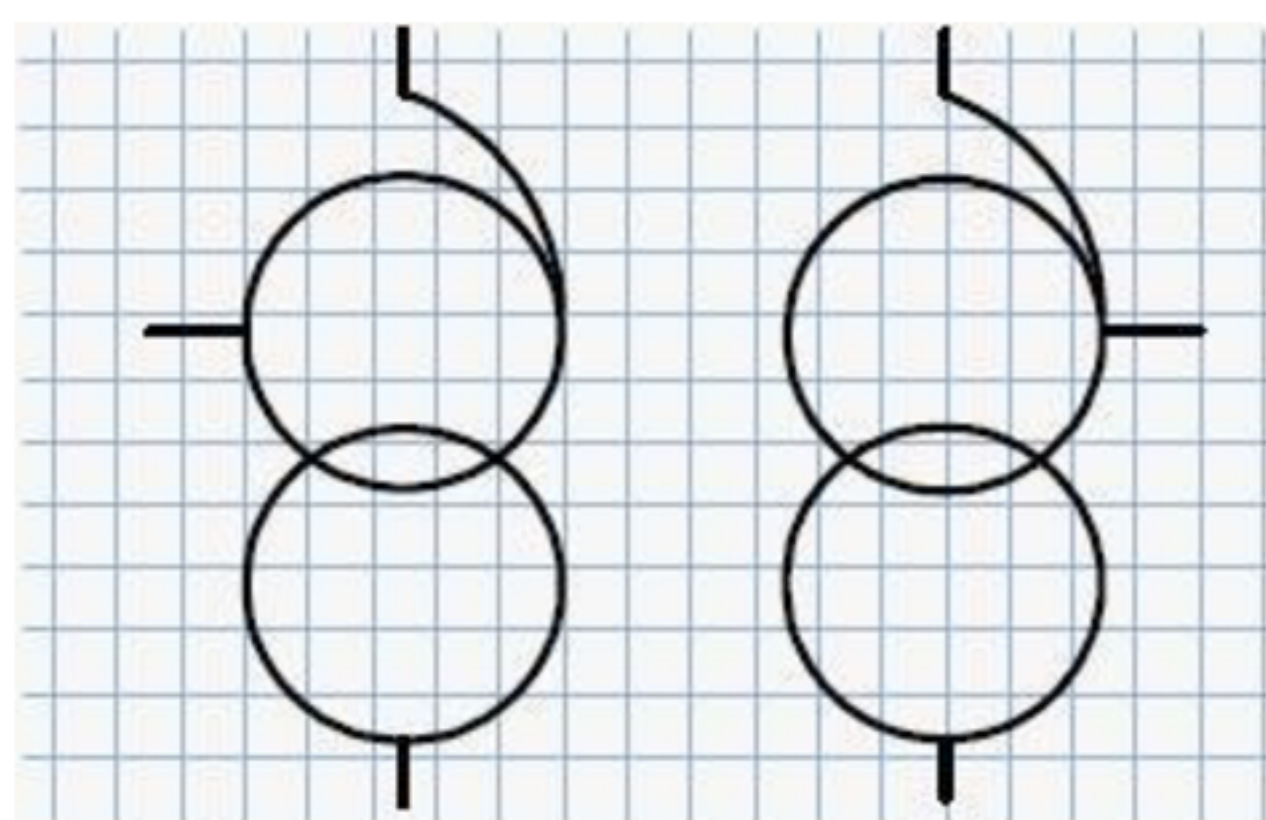


Рисунок 2

Каждая обмотка автотрансформатора и трансформатора должна выполняться цветом, соответствующим классу напряжения, на который она выполнена (см. рисунок 3). Способы соединения обмоток должны отображаться символами черного цвета внутри обмоток в соответствии с ГОСТ 2.721 (см. рисунок4)

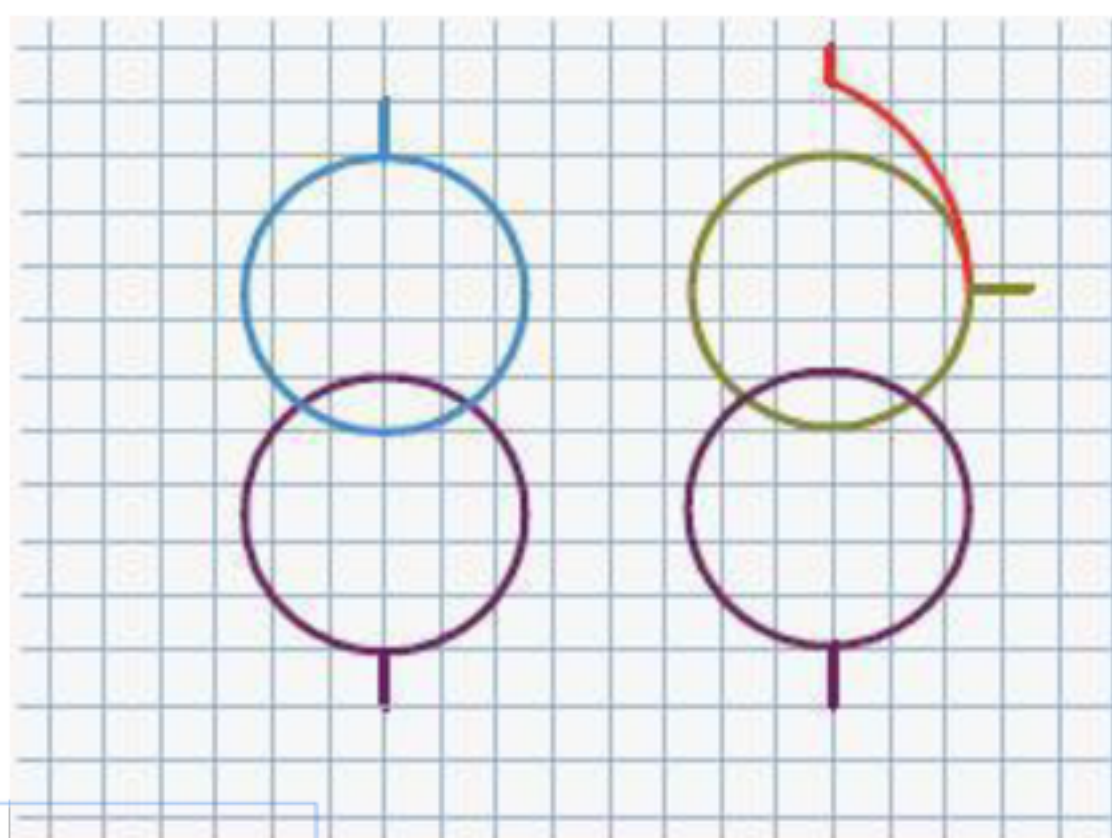


Рисунок 3

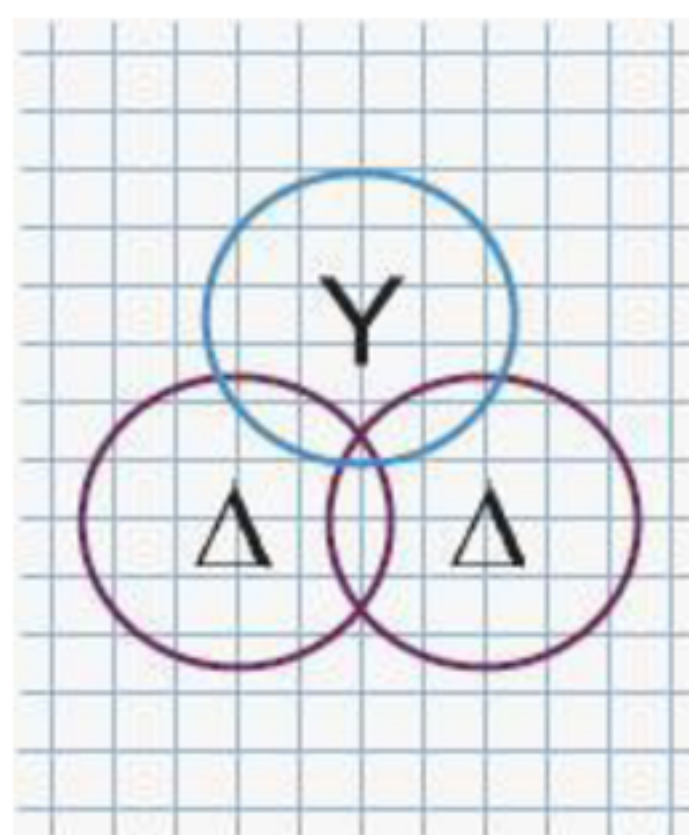


Рисунок 4

5. УГО систем, секций (сборных) шин должны заливаться цветом, соответствующим классу напряжения, на который они выполнены.

Точки электрического соединения для обозначения отводов (отпаяек) от шины необходимо выполнять заливкой белого цвета (см. рисунок 5).

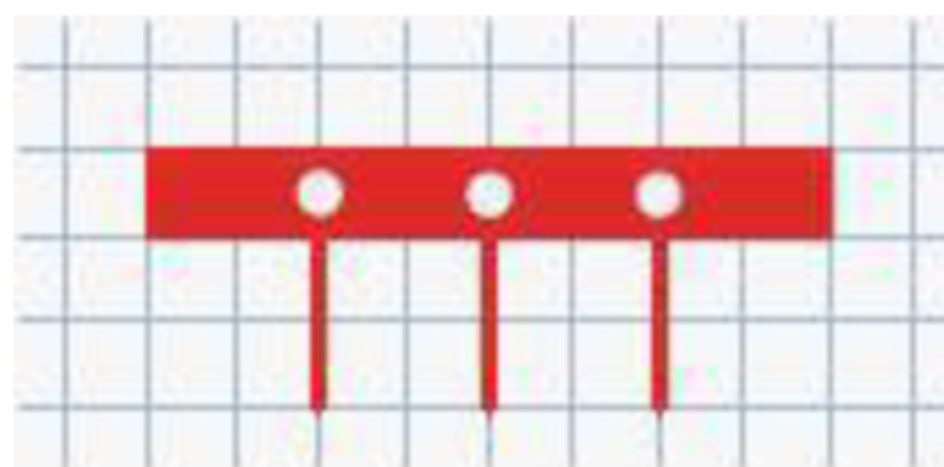


Рисунок 5

6. Действительные положения коммутационных устройств должны обозначаться цветом, соответствующим классу напряжения, на котором работает коммутационное устройство. Для наглядности действительные положения коммутационных устройств допускается обозначать черным цветом и (или) утолщенными линиями (двукратное или трехкратное увеличение толщины по отношению к линиям, которыми выполняются УГО элементов схемы) (см. рисунок 6).

Выключатель включен Разъединитель в ыключен Разъединитель включен

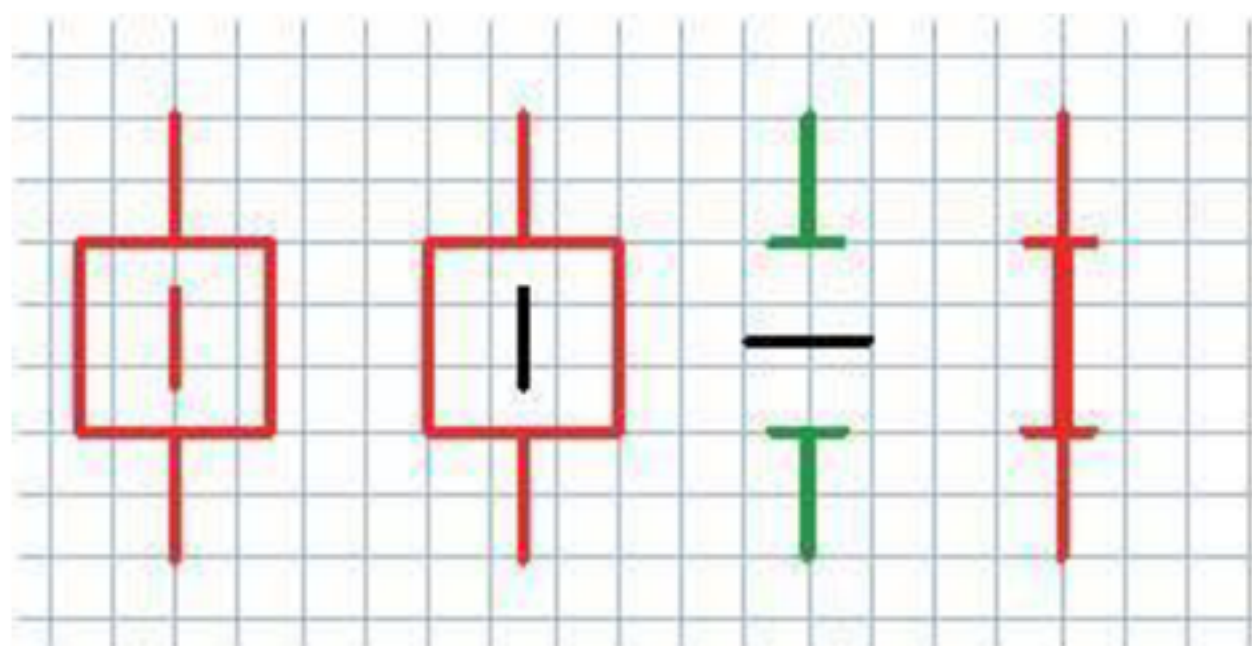


Рисунок 6

Требования к выполнению надписей на нормальных электрических схемах

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1. На схемах должны быть указаны диспетчерские наименования всего оборудования, УГО которого изображены на схеме, а также всех ЛЭП, отходящих от объекта электроэнергетики.

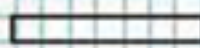
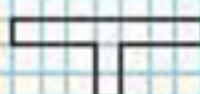
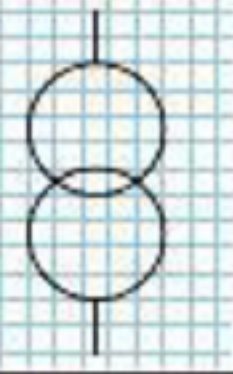
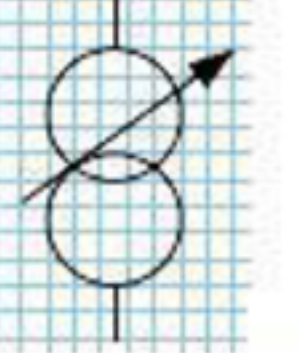
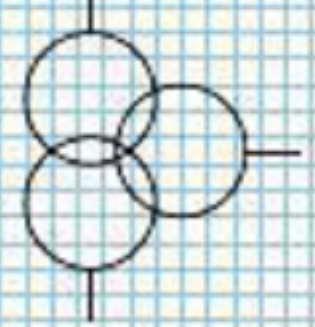
2. На схеме должны указываться следующие технические характеристики оборудования:

для генераторов активная мощность, в МВт;

для трансформаторов и автотрансформаторов полная мощность, в МВА или кВА

для трансформаторов и автотрансформаторов мощностью менее 1 МВА;

для синхронных компенсаторов, батарей конденсаторов, реакторов реактивная мощность, в Мвар; у присоединений резервных ячеек номера этих ячеек.

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
1 Шина		
2 Ответвление шины		
3 Отводы (отпайки) от шин		
4 Концевая муфта кабельной линии электропередачи		
5 Заземление		
6 Трансформатор двухобмоточный		
7 Трансформатор двухобмоточный со ступенчатым регулированием		
8 Трансформатор трехобмоточный		
9 Трансформатор трехобмоточный со ступенчатым регулированием		

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

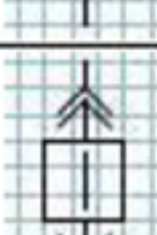
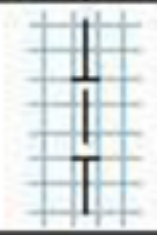
Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
10 Трансформатор двухобмоточный с расщепленной вторичной обмоткой		
11 Трансформатор двухобмоточный с расщепленной вторичной обмоткой и со ступенчатым регулированием		
12 Автотрансформатор		
13 Автотрансформатор со ступенчатым регулированием		
14 Автотрансформатор с третичной обмоткой		
15 Вольтодобавочный трансформатор		
16 Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой		
17 Трансформатор напряжения измерительный		
18 Трансформатор напряжения измерительный с двумя вторичными обмотками		

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
19 Реактор (шунтирующий, токоограничивающий)		
20 Сдвоенный реактор (токоограничивающий)		
21 Генератор		
22 Двигатель		
23 Компенсатор синхронный		
24 Батарея статических конденсаторов		
25 Выключатель (включен)		
26 Выключатель (отключен)		
27 Выкатная тележка выключателя в рабочем положении (выключатель включен)		
28 Выкатная тележка выключателя в рабочем положении (выключатель отключен)		
29 Выкатная тележка выключателя в ремонтном положении (выключатель отключен)		
30 Выкатная тележка выключателя в контрольном положении (выключатель отключен)		
31 Разъединитель (включен)		

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
32 Разъединитель (отключен)		
33 Заземляющий разъединитель (включен)		
34 Заземляющий разъединитель (отключен)		
35 Короткозамыкатель (отключен)		
36 Отделитель (включен)		
37 Отделитель (отключен)		
38 Автоматический выключатель (включен)		
39 Автоматический выключатель (отключен)		
40 Резистор		
41 Ограничитель перенапряжения		
42 Разрядник		
43 Искровой промежуток		
44 Конденсатор		
45 Высокочастотный заградитель линии электропередачи		

Задания:

Задание №1

Перечертить наиболее распространенные условные обозначения элементов электрических схем: выключателей, коммутационных аппаратов, обмоток трансформаторов.

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Найти в сети Интернет указанные в работе ГОСТы на УГО элементов электротехнического оборудования

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Практическая работа №2. Нормативные документы и стандарты по оформлению электроэнергетических схем.

Цель: Изучение основной нормативно-технической документации, действующей в системе электроэнергетики.

Основы теории:

Все электроэнергетические установки должны быть:

- надежны, долговечны;
- безопасны;
- удобны в эксплуатации;
- экономичны.

Эти условия выполняются благодаря тому, что при проектировании, монтаже и наладке, а также при дальнейшей эксплуатации электрооборудования соблюдаются требования нормативных и рекомендации руководящих документов.

Главными нормативными документами являются:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ):

а) Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во ДЕАН, 2005.– 854 с.

2. Строительные нормы и правила (СНиП), а также свод правил (СП):

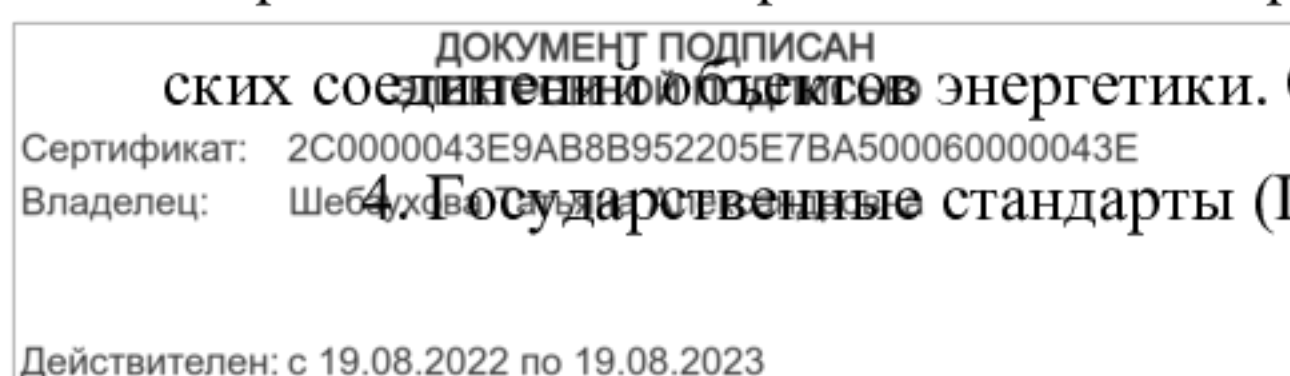
- а) СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение;
- б) СП31-110-2003. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий.

3. Национальные (государственные) стандарты ГОСТ Р –

Система сертификации Регистра систем качества Госстандарта России (система добровольной сертификации), представляет собой добровольную систему сертификации, зарегистрированную и построенную в соответствии с действующим законодательством России. Владелец данной системы является Некоммерческое учреждение «Технический центр регистра систем качества», действующие в условиях переходного периода между ГОСТ и соответствующих технических регламентов:

а) ГОСТ Р 56303-2014 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Нормальные схемы электрических соединений объектов энергетики. Общие требования к графическому исполнению.

4. Государственные стандарты (ГОСТы):



а) ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Изд-во стандартов, 2014.

б) ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения схем;

в) ГОСТ 2.709-89. ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах;

г) ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах;

д) ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения;

ж) ГОСТ 21.210-2014. Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах;

и) ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам;

к) ГОСТ 721-77. Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В.

5. Отраслевые стандарты (ОСТы), следование которым обязательно в соответствующих отраслях и соответствующие стандарты организаций:

а) ОСТ 153-00.0-001-98 Требования к обозначению нормативных документов и технических условий, порядок их регистрации в топливно-энергетическом комплексе и т.д.

б) ОСТ 153-00.0-002-98 Порядок разработки и постановки на производство продукции производственно-технического назначения для топливно-энергетического комплекса и т.д.

в) СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций

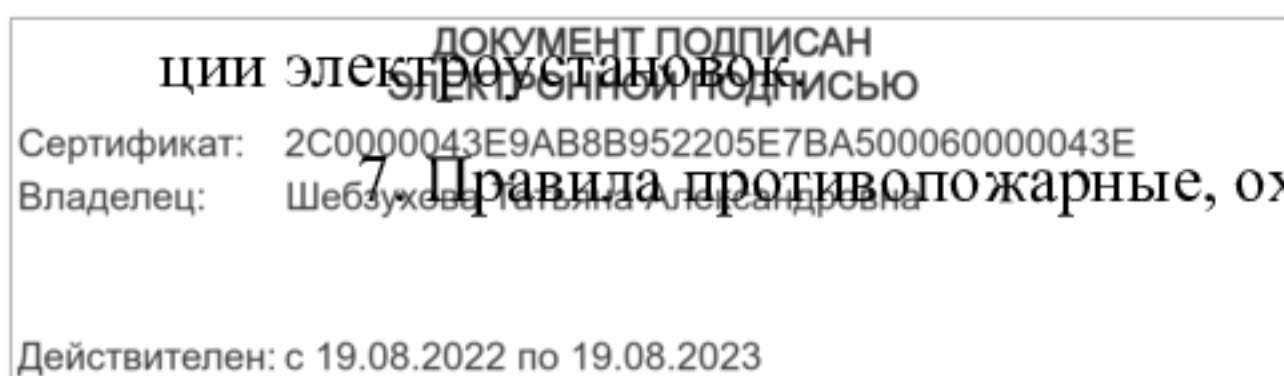
35-750 кВ. Типовые решения. Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС» № 441 от 20.12.2007.

г) СТО 56947007- 29.240.10.035-2009 Правила оформления нормальных схем электрических соединений подстанций и графического отображения информации посредством программно-технических комплексов. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.09.2009 № 398р с изменениями от 16.06.2010, приказ № 423.

6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуата-

ции электроустановок

7. Правила противопожарные, охраны окружающей среды и т.п.



Кроме этого, существуют Руководящие указания и материалы:

а) по расчету токов короткого замыкания (КЗ), выбору, проверке аппаратов и проводников по условиям КЗ;

б) руководящие материалы по выполнению схем, в которых учтена специфика отраслей промышленности:

1) руководящий технический материал «Указания по проектированию установок компенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения промышленных предприятий». РТМ 36.18.32.6-92. М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992;

2) руководящий технический материал «Указания по расчету электрических нагрузок». РТМ 36.18.32.4-92. М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992;

3) РД 153-34.0-15.501-00. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии.

в) инструктивные указания по проектированию и монтажу, в которых публикуются материалы для проектирования, монтажа и наладки, освещаются сметные вопросы, приводятся сведения о б изделиях электротехнических заводов:

1) инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 57 с.

Задания:

Задание №1

Ознакомиться в сети Интернет с содержанием основных нормативных документов и стандартов. Представить краткое содержание для обсуждения в виде презентаций.

Практическая работа №3. Изучение видов электрических схем.

Цель: Изучение принципиальных электрических схем.

Основы теории:

Электрическая схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними, дает детальное представление о принципах работы. Такие схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, монтажных схем соединений и чертежей.

Однолинейная принципиальная схема – схема соединений, в которой многофазные связи показаны для одной фазы.

Нормальная схема электрических соединений -

схема нормального режима работы подстанции на продолжительный срок.

Нормальный режим работы подстанции характеризуется состоянием схемы, отвечающий требованию:

- а) надежности и экономичности работы электрических сетей;
- б) загрузкой отдельных ее элементов, не превышающей допустимых значений;
- в) уровнями напряжений на шинах в пределах заданных значений;
- г) максимальной работоспособностью силового оборудования;
- д) работоспособностью устройств релейной защиты автоматики.

Оперативная схема отражает действительное состояние оборудования подстанции на каждый текущий момент времени.

Оперативная схема подстанции представляет собой чёрно-белую копию нормальной схемы подстанции, позволяет отображать:

- а) действительное положение коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей);
- б) заземляющих устройств;
- а) устройств релейной защиты и автоматики

Изменения в оперативную схему должны вноситься непосредственно после прове-

дения технологических операций. Действительные положения коммутационных аппаратов и

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E	
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна	
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

различных устройств на оперативной схеме отражаются нанесением условных знаков рядом с символами аппаратов или устройств.

Задания:

Задание №1

Определить на схеме рисунков 1 и 2 основные элементы сети и обозначить их назначение

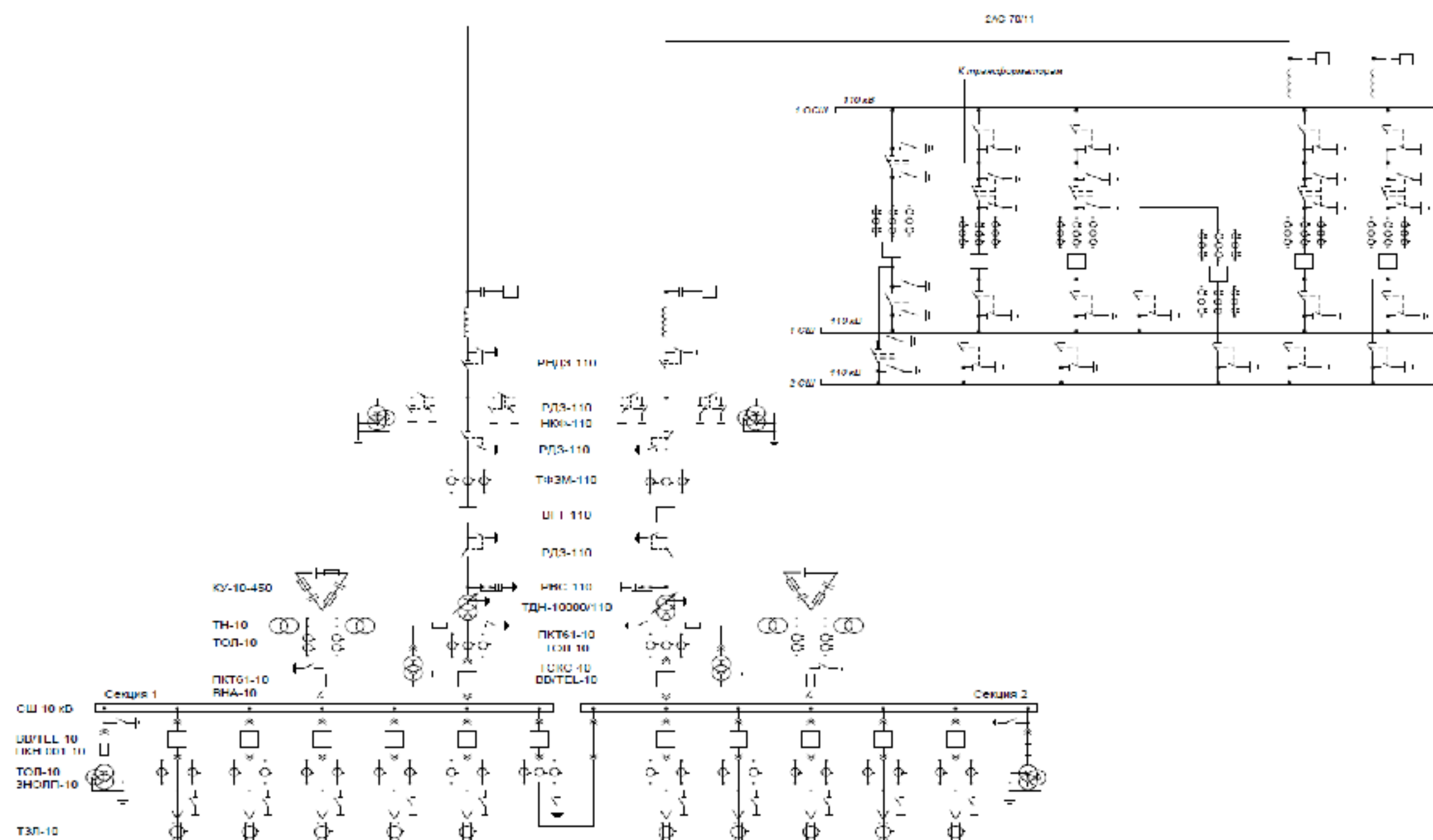
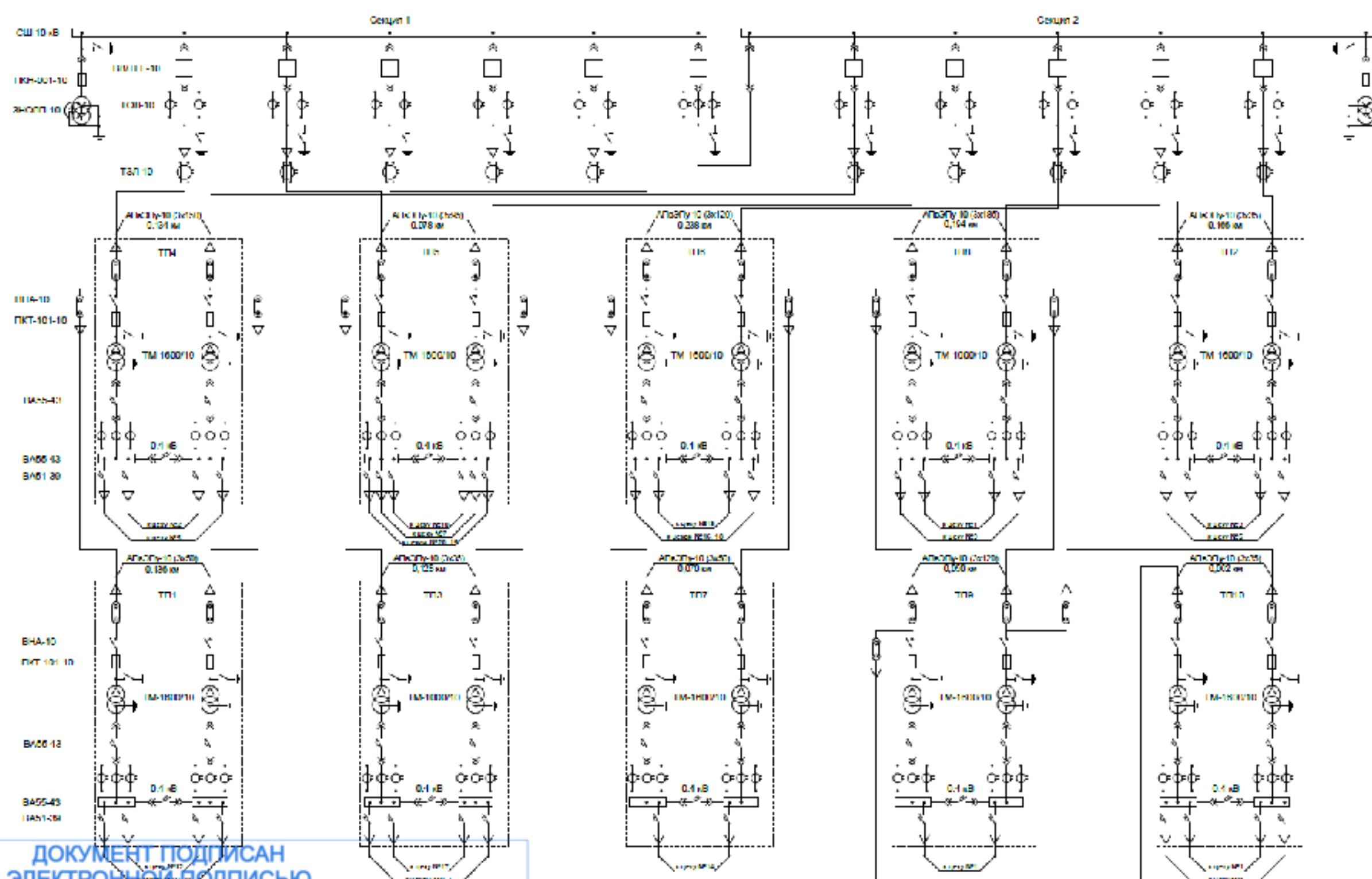


Рисунок 1 – Однолинейная схема главной понизительной подстанции КТПБ-110/10



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рисунок 2 – Однолинейная принципиальная схема электроснабжения 10кВ предприятия

Практическая работа №4. Изучение основного электрооборудования подстанции.

Цель: Ознакомление с основным электрооборудованием подстанций.

Основы теории:

Подстанция электрическая установка, предназначенная для преобразования и распределения электроэнергии.

В сети переменного тока для преобразования электроэнергии используются силовые трансформаторы. Для приема и распределения электроэнергии служат распределительные устройства.



Рисунок 1 На заднем плане открытое распределительное устройство, на переднем здании закрытого распределительного устройства. Цифрами обозначены: 1 портал; 2 силовой трансформатор; токопровод для передачи электроэнергии от силового трансформатора в закрытое распределительное устройство; 4 разъединитель; 5 выключатель

Распределительные устройства электрических подстанций

Распределительные устройства бывают открытые и закрытые. Открытые распределительные устройства (ОРУ) располагаются на открытом воздухе на специальной площадке.

щадке. Закрытые распределительные устройства (ЗРУ) находятся внутри специального помещения. Открытыми, как правило, выполняются распределительные устройства напряжением 35 кВ и выше. Распределительные устройства напряжением ниже 35 кВ в большинстве случаев закрытые. В условиях отсутствия достаточного места для размещения ОРУ, например, в городском районе, или при повышенной загрязненности атмосферы распределительные устройства на напряжение 35 220 кВ сооружаются закрытыми.

Распределительные устройства состоят из:

- токоведущих частей;
- электрических аппаратов;
- вспомогательных устройств и сооружений (зданий, порталов, стоек, молниеотводов);
- устройств релейной защиты, автоматики и управления, измерительных приборов.

Открытые распределительные устройства
Преимущества открытых распределительных устройств:

- дешевизна, поскольку для сооружения ОРУ не надо строить здание, а достаточно подготовить специальную площадку со стойками для установки электрического оборудования, порталами (специальными опорами), молниеотводами;
- на открытой площадке легко наблюдать за оборудованием;
- для сооружения ОРУ и монтажа оборудования по сравнению с ЗРУ требуется меньше времени;
- на ОРУ легче выполнить реконструкцию или расширить его.

Недостатки ОРУ:

- оборудование должно быть специального исполнения для наружной установки с защитой от атмосферных осадков, запыления, загрязнения, колебаний температуры, иметь специальные уплотнения для предотвращения попадания в него влаги;
- неудобство выполнения работ зимой, при неблагоприятной погоде;
- ОРУ занимают большую площадь, чем ЗРУ.



Рисунок 2 –Открытые распределительные устройства
Закрытые распределительные устройства

Распределительные устройства могут монтироваться из электрических аппаратов, токоведущих частей и другого оборудования, взятого в отдельности или с использованием комплектных распределительных устройств (КРУ).

На рисунке 4 представлена фотографии я ЗРУ напряжением 6 кВ старой подстанции, собранной на месте без применения КРУ.



Рисунок 4 ЗРУ 6 кВ

В настоящее время в распределительных устройствах напряжением 3 35 кВ широко применяется комплектные распределительные устройства (КРУ) с воздушной изоляцией и 11 0 220 кВ с изоляцией из элегаза. На фотографии рисунка 4 представлено закрытое распределительное устройство, состоящее из отдельных шкафов КРУ. Комплектное распределительное устройство — это устройство, состоящее из закрытых шкафов со встроенными в них аппаратами, измерительными и защитными приборами, токоведущими частями.



Рисунок 4 ЗРУ комплектующее шкафом КРУ

Силовые трансформаторы

Силовой трансформатор электрическая машина, предназначенная для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения. Простейший трансформатор состоит из стального магнитопровода, на котором расположены две обмотки с различным числом витков. Изменяющийся в сердечнике магнитный поток наводит в катушках ЭДС, значения которых пропорциональны числам витков

Первичной называется обмотка, к которой подводится электрическая энергия, вторичной к которой подключается нагрузка. Обмотка, которая рассчитана на более высокое напряжение называют обмоткой высшего напряжения, на более низкое напряжение низшего напряжения.

Если необходимо повысить напряжение, то число витков вторичной обмотки делают больше числа витков первичной обмотки. Такой трансформатор называют повышающим. Если наоборот понижающим.

В трехфазных сетях применяются трехфазные трансформаторы и группы из трех однофазных трансформаторов. Более экономичными являются трехфазные трансформаторы, поскольку в них меньше потери электроэнергии, трехфазные трансформаторы дешевле, так как меньше требуется материалов на их изготовление. Максимальная мощность трансформаторов ограничена их массой и размерами, условиями транспортировки и составляет 1000 125 МВА. Однофазные трансформаторы применяются если невозможно изготовление трехфазных или затруднена их транспортировка.

По числу обмоток на фазу трансформаторы делятся на двухобмоточные и трехоб-

моточные.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Основные конструктивные элементы силового масляного трансформатора: магнитная система (магнитопровод) 1, обмотки 2, изоляция, вводы высокого и низкого напряжения (3, 4), бак 5, охлаждающее устройство 6, тележка 7.

Магнитопровод конструктивная и механическая основа трансформатора. Он выполняется из отдельных листов электротехнической стали, изолированных друг от друга. Стяжка магнитопровода осуществляется специальными бандажами. На магнитопроводе установлены обмотки, проводники, соединяющие обмотки с вводами.

Магнитопровод с обмотками называется активной частью трансформатора. Для проводников обмотки используется медь и алюминий. Трансформаторы мощностью до 6300 кВА изготавливаются с алюминиевыми обмотками. В масляных трансформаторах основной изоляцией является масло в сочетании с бумагой, электрокартоном, деревом, гетинаксом. Активную часть вместе с отводами, устройствами для регулирования напряжения помещают в бак (рисунок 5)). На крышке бака крепятся вводы 3, 4, расширитель 8. Расширитель 8 представляет собой цилиндрический сосуд, соединенный с баком трубопроводом для уменьшения площади соприкосновения масла с воздухом. Расширитель связан с атмосферой через воздухоосушитель. На стенках бака охлаждающие устройства радиаторы 6. Для очистки трансформаторного масла от влаги и продуктов окисления служит термосифонный фильтр 9.



Рисунок 5 Силовой трансформатор подстанции



Рисунок 6 Силовой трансформатор и открытое распределительное устройство подстанции



Рисунок 7 Автотрансформатор с системой охлаждения с дутьем и принудительной циркуляцией масла через воздушные охладители с вентиляторами

Электрические аппараты

В распределительных устройствах напряжением выше 1 кВ применяются следующие электрические аппараты:

выключатели;

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9A88D95230557BA5000600000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

- разъединители;
- трансформаторы тока;
- трансформаторы напряжения;
- плавкие предохранители;
- короткозамыкатели;
- отделители.

Выключатели высокого напряжения

Выключатель коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения тока. Выключатель служит для включения и отключения цепи в любых режимах: длительная нагрузка, перегрузка, короткое замыкание, холостой ход. Наиболее тяжелой операцией является отключение токов короткого замыкания и включение на существующее короткое замыкание.

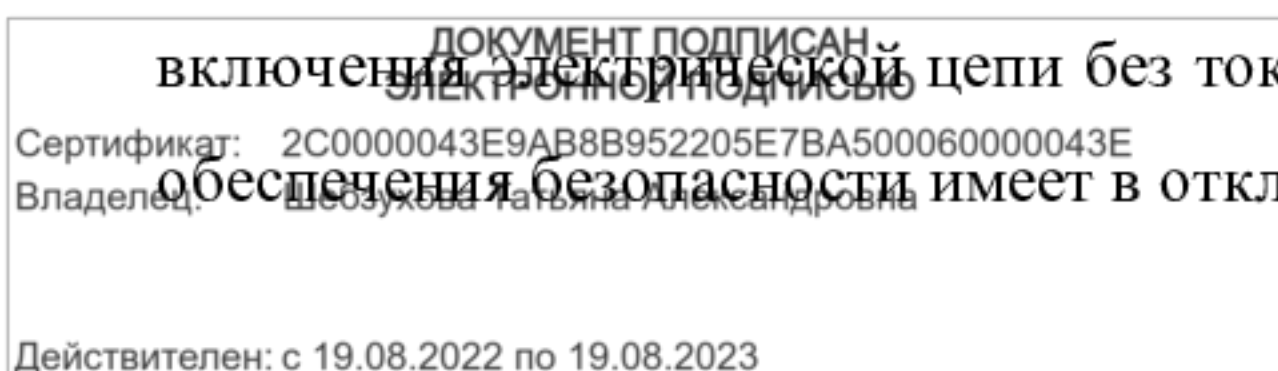
Основные конструктивные элементы выключателей: контакты, дугогасительное устройство, токоведущие части, корпус, изоляционная конструкция, приводной механизм.

По конструктивным особенностям и способу гашения дуги различают следующие типы выключателей:

- масляные баковые (многообъемные). В них масло служит для изоляции токоведущих частей и для гашения дуги;
- маломасляные (малообъемные). В них масло служит дугогасящей средой и только частично изоляцией между разомкнутыми контактами. Изоляция токоведущих частей друг от друга и от заземленных конструкций осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами;
- воздушные (гашение дуги происходит сжатым воздухом, изоляция токоведущих частей дугогасительного устройства осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами);
- элегазовые, заполненные элегазом SF₆, используемым для изоляции и гашения дуги дугогасительными устройствами с автопневматическим дутьем);
- вакуумные (контакты находятся в вакуумной дугогасительной камере);
- электромагнитные (гашение дуги происходит в дугогасительной камере, куда дуга перемещается в созданном магнитном поле).

Разъединители

Разъединитель коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током. Разъединитель для обеспечения безопасности имеет в отключенном положении изоляционный промежуток.



При ремонтных работах разъединителем создается видимый разрыв между токоведущими частями, оставшимися под напряжением и аппаратами, выведенными в ремонт.

Разъединителем нельзя отключать ток нагрузки, так как контактная система не имеет дугогасительных устройств и в случае ошибочного отключения токов нагрузки возникает дуга, которая может привести к междуфазному КЗ. Перед операцией разъединителем цепь должна быть разомкнута выключателем.

Задания:

Задание №1

Задача 1. Изучить и представить в виде презентаций основные виды высоковольтных выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения по заданию преподавателя

Практическая работа №5. Изучение схем комплектных трансформаторных подстанций.

Цель: Изучение схем и основных заводов изготовителей комплектных трансформаторных подстанций.

Основы теории:

Рассмотрим комплектные трансформаторные подстанции КТП 1(2) 25...400 кВА, киоскового типа, тупиковые и проходные: тупиковые КТП 1 и проходные КТП 2 мощностью 25, 40, 63, 100, 160, 250 и 400 кВ·А, напряжением ВН 6 или 10 кВ напряжением НН 0,4 кВ



Рисунок 1 Тупиковая и проходная КТП

КТП устанавливается на простейшую бетонную площадку высотой 200 мм. Отличие КТП проходного типа в том, что ее устройство позволяет подключить потребителя к двум высоковольтным линиям/ Высоковольтный ввод -воздушный или кабельный, отводы

Документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

отходящих линий -воздушные иликабельные.В КТП предусмотрены линии уличного освещения, включаемые автоматически по сигналу встроенного реле. На стороне НН установлены автоматические выключатели. В комплект поставки КТП входят шкафы УВН и РУНН, силовой трансформатор, разъединитель наружной установки РЛНДз-10/630.Ток термической стойкости на стороне ВН в течение 1 с -5,0 кА. Ток электродинамической стойкости на стороне ВН -12,5 кА.

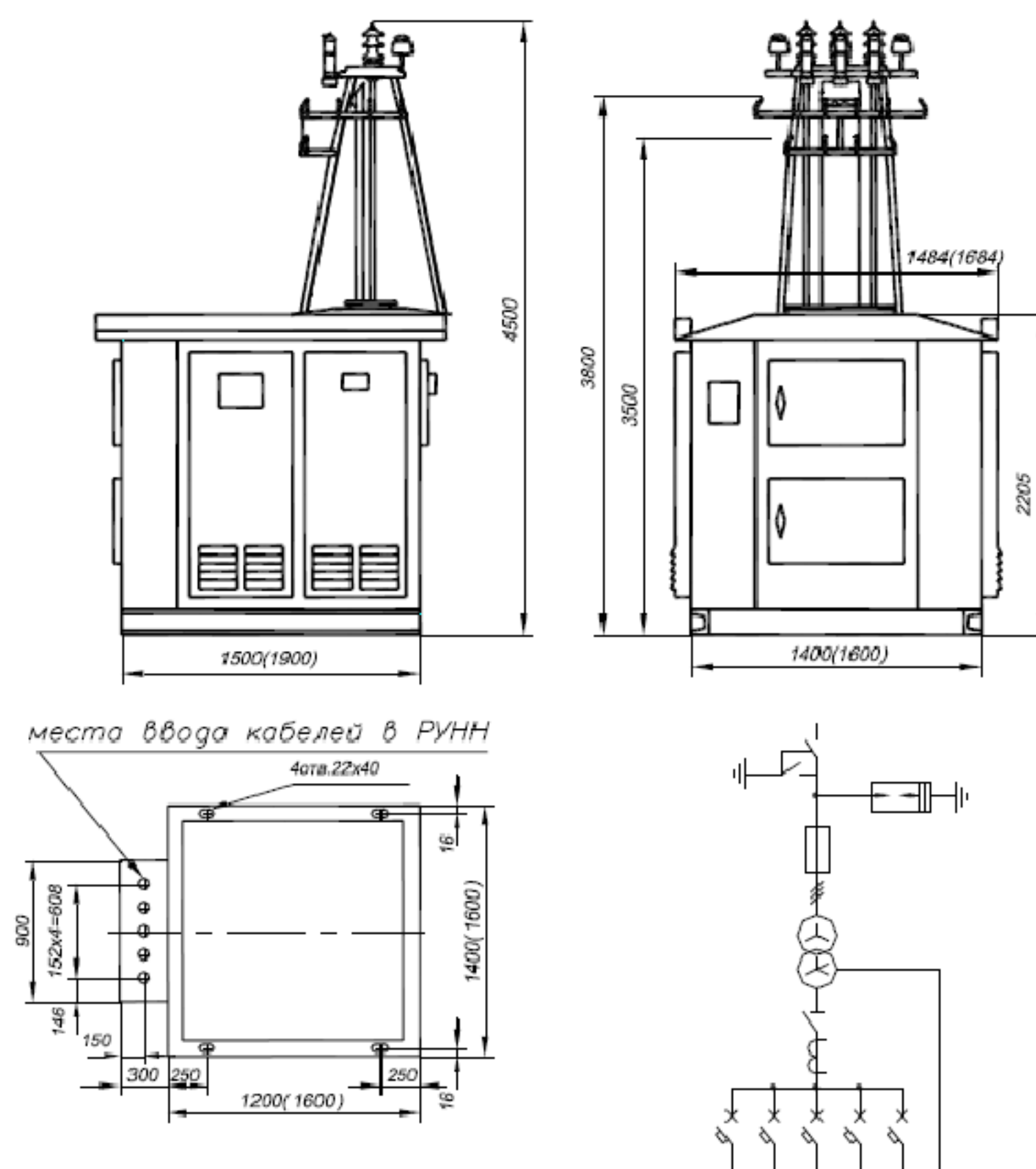


Рисунок 2 – КТП тупиковая с воздушным вводом

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

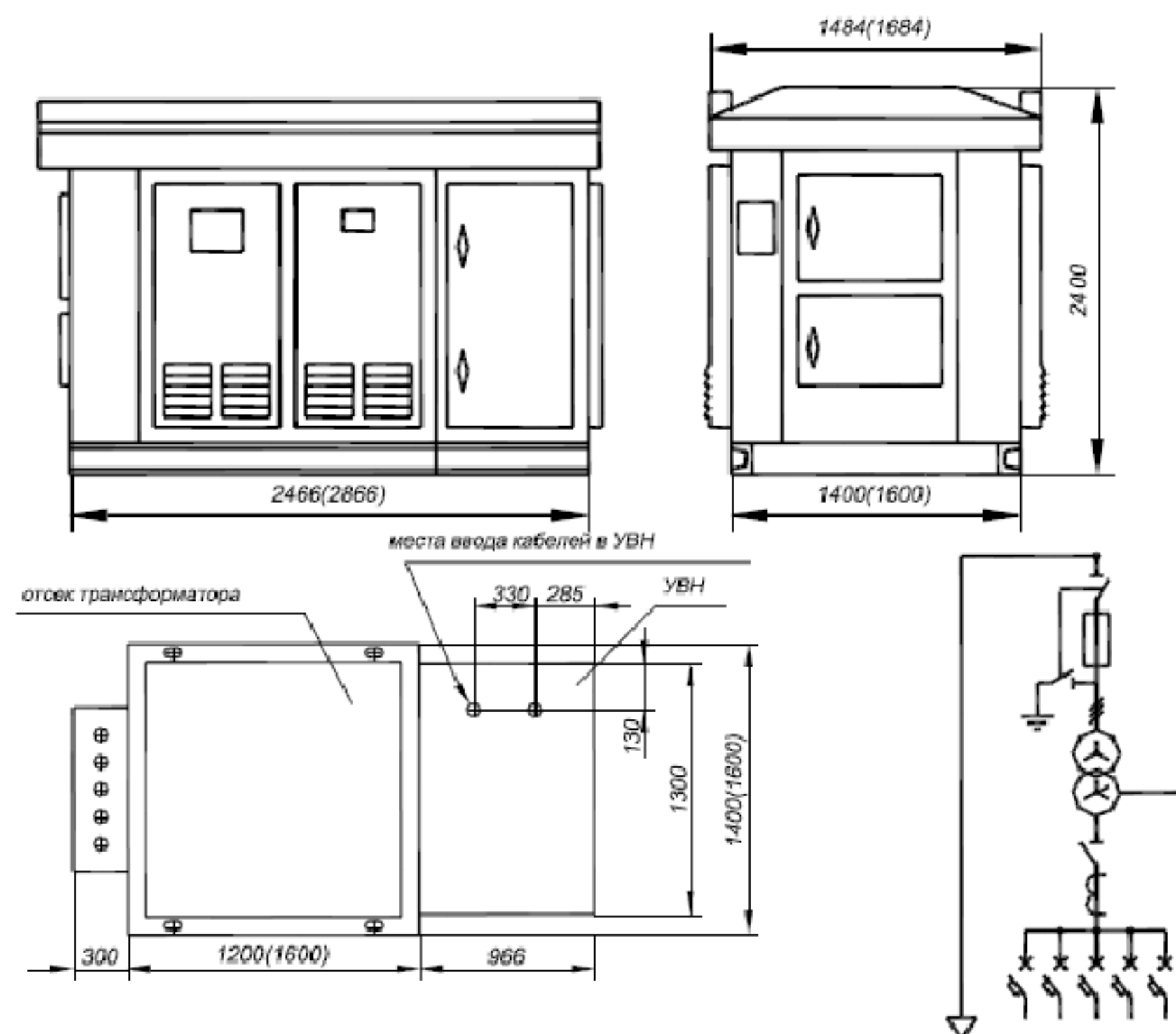
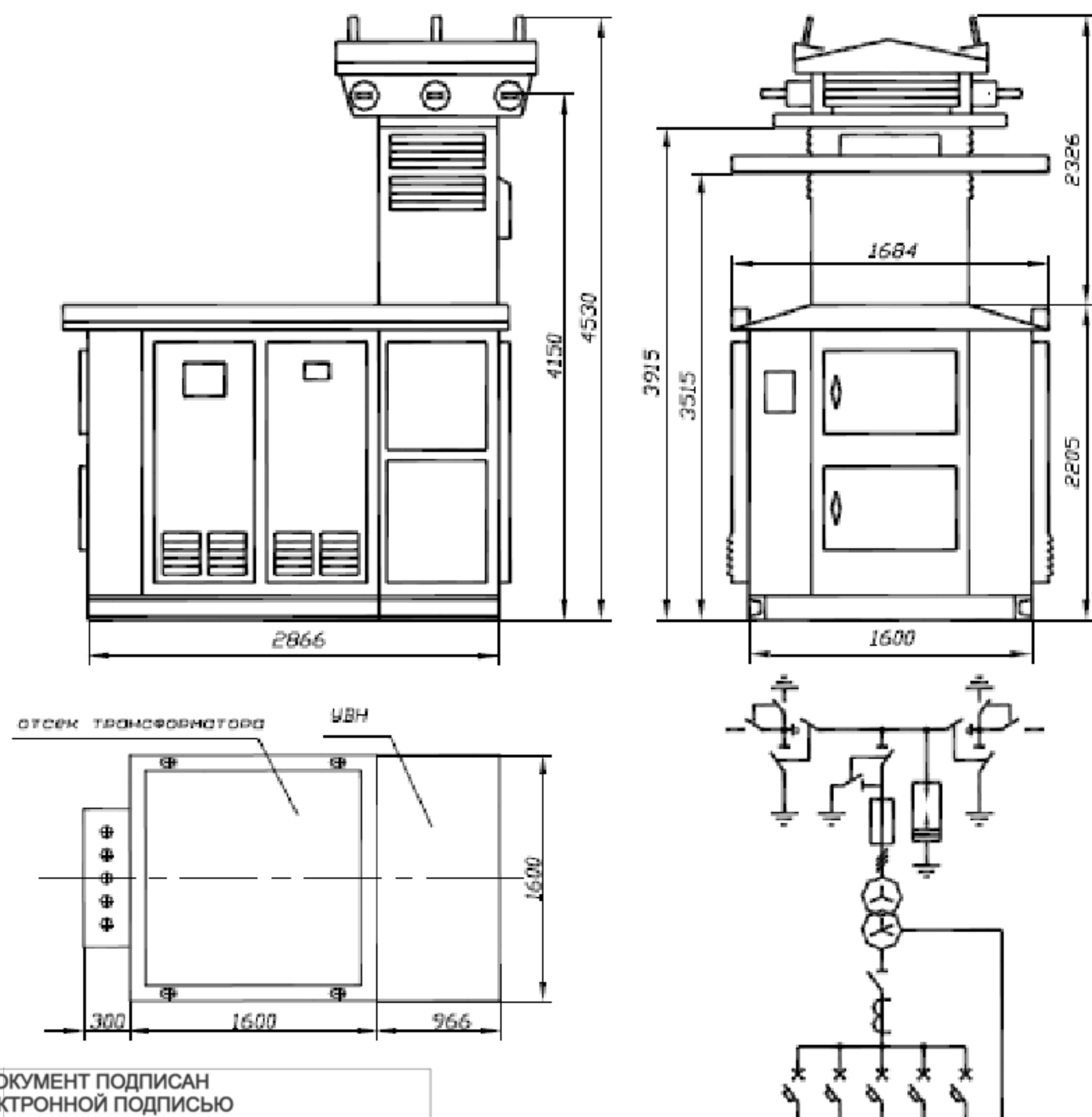


Рисунок 3 –КТП тупиковая с кабельным вводом



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рисунок 4 – КТП проходная с воздушным вводом

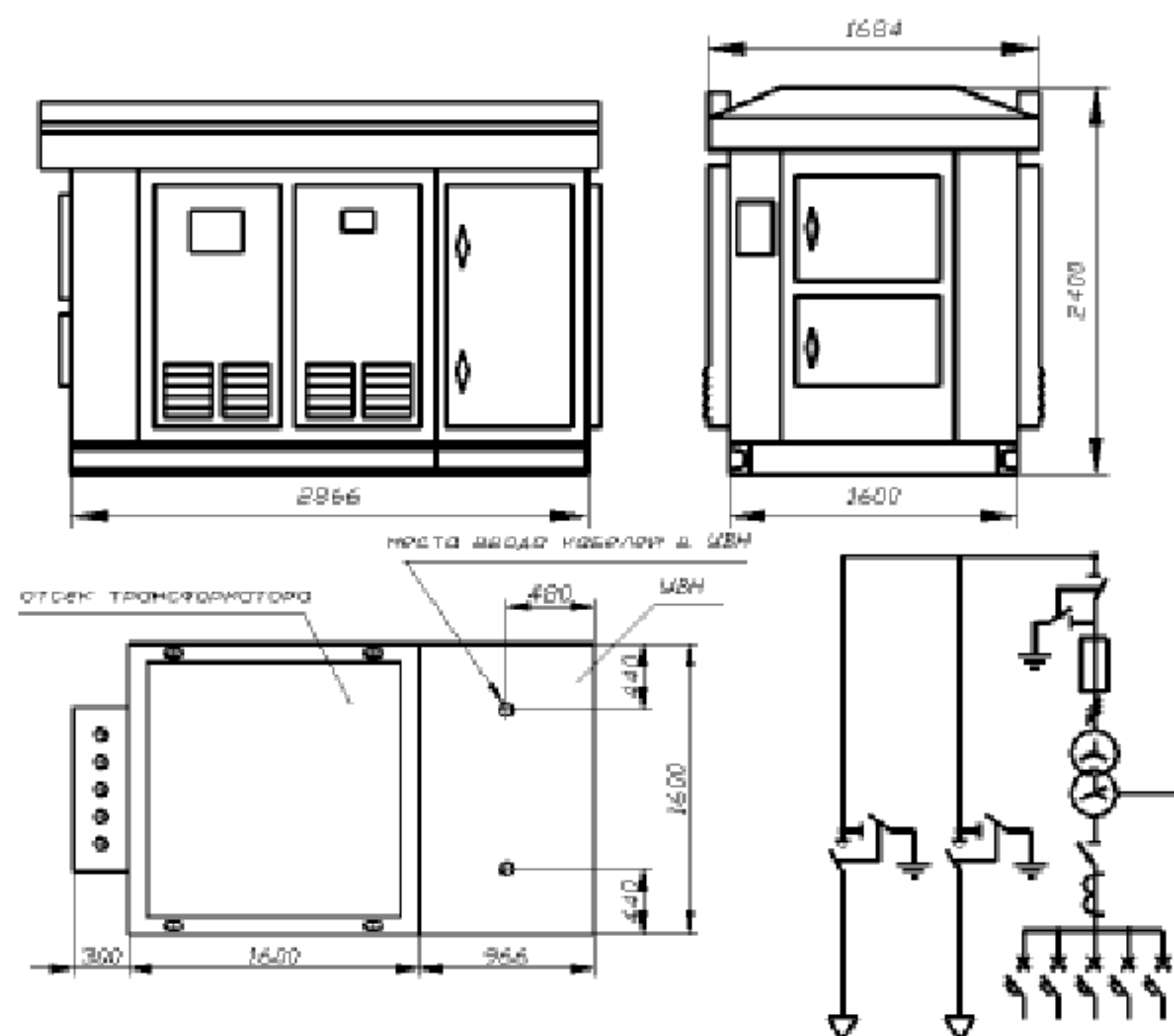


Рисунок 5 — КТП проходная с кабельным вводом



Рисунок 6 – подстанции КТП 1м-25...400 кВА, киоскового типа, тупиковые

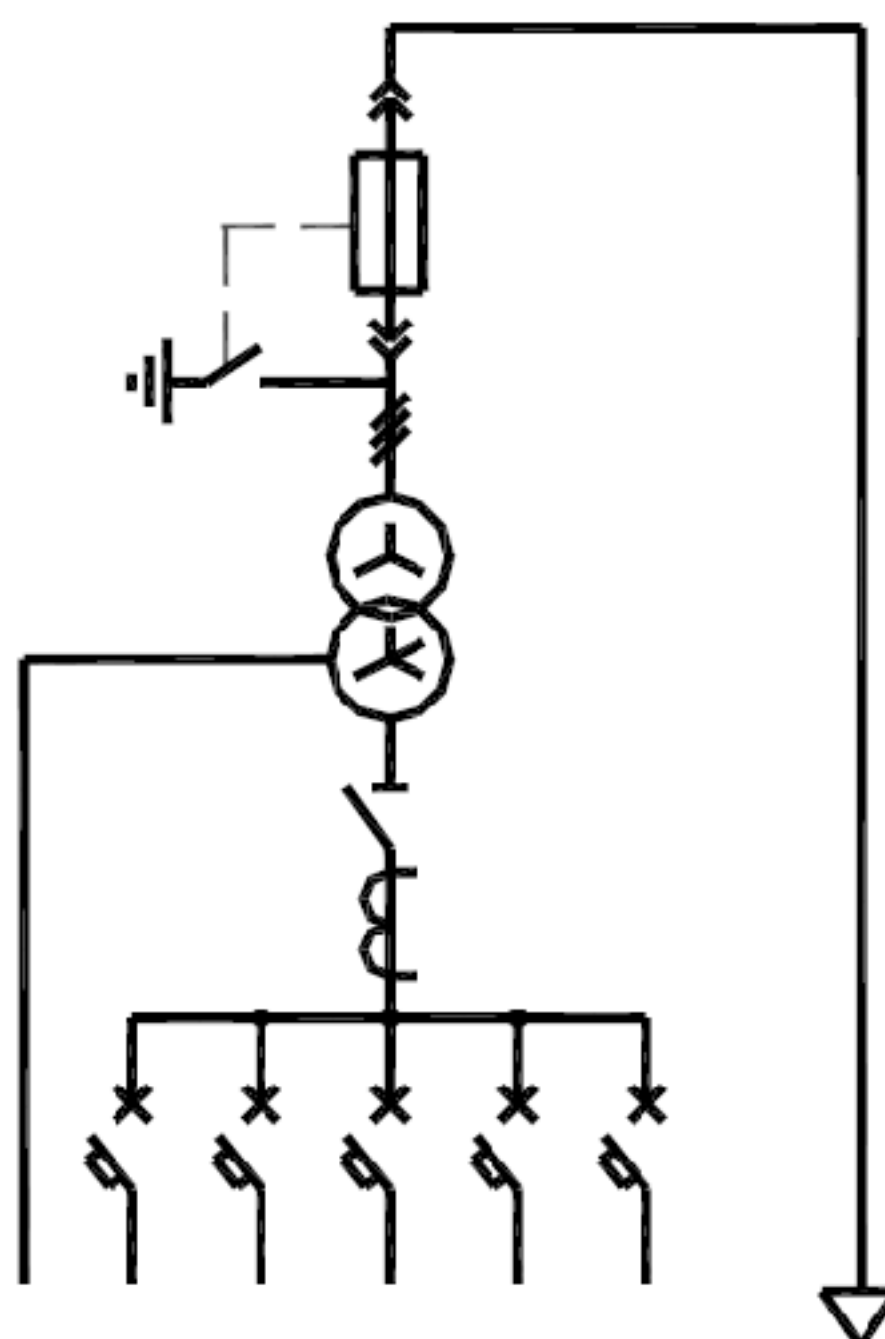


Рисунок 7 –КТП-1М 25...250/10/0,4 У1 тупиковая с воздушным вводом

Задания:

Задание №1

Изучить схемы комплектных трансформаторных подстанций городских и промышленных сетей электроснабжения

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Практическая работа №6. Изучение схем комплектных распределительных устройств.

Цель: Изучение схем ячеек КРУ и КСО.

Основы теории:

Предложен вариант представления информации о комплектных распределительных устройствах на примере ячейки «Аврора»:

Информация взята из проспекта ОАО ПО «Элтехника» «Техническая информация ТИ–013–2000. АВРОРА КСО –6 (10) –Э1», а также с сайта www.elteh.ru.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Ячейки «АВРОРА» типа КСО–6(10)–Э1 предназначены для комплектования распределительных устройств напряжением 6 и 10 кВ трехфазного переменного тока частотой 50 Гц с изолированной или компенсированной нейтралью и применяются в распределительных и трансформаторных подстанциях.

Ячейки предназначены для работы внутри помещений при следующих условиях:

- высота над уровнем моря до 1000 м;
- температура окружающего воздуха от минус 25°С до плюс 40°С;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли и агрессивных газов или паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

По требованию заказчика в ячейках устанавливаются нагревательные элементы, обеспечивающие нормальные температурные условия работы аппаратуры, включающиеся автоматически.

Ресурс по механической стойкости до первого капитального ремонта:

- 50000 циклов включений –отключений вакуумного выключателя ВВ/TEL;
- 2000 включений и 2000 отключений выключателя нагрузки (разъединителя), заземляющего разъединителя, производимых предназначенными для них приводами;
- 1000 открываний и 1000 закрываний каждой двери.

Коммутационный ресурс вакуумного выключателя ВВ/TEL:

- при отключении номинального тока –50000 циклов включений –отключений;
- при отключении тока (60–100) % от номинального тока отключения –100 циклов.

Коммутационный ресурс выключателя нагрузки:

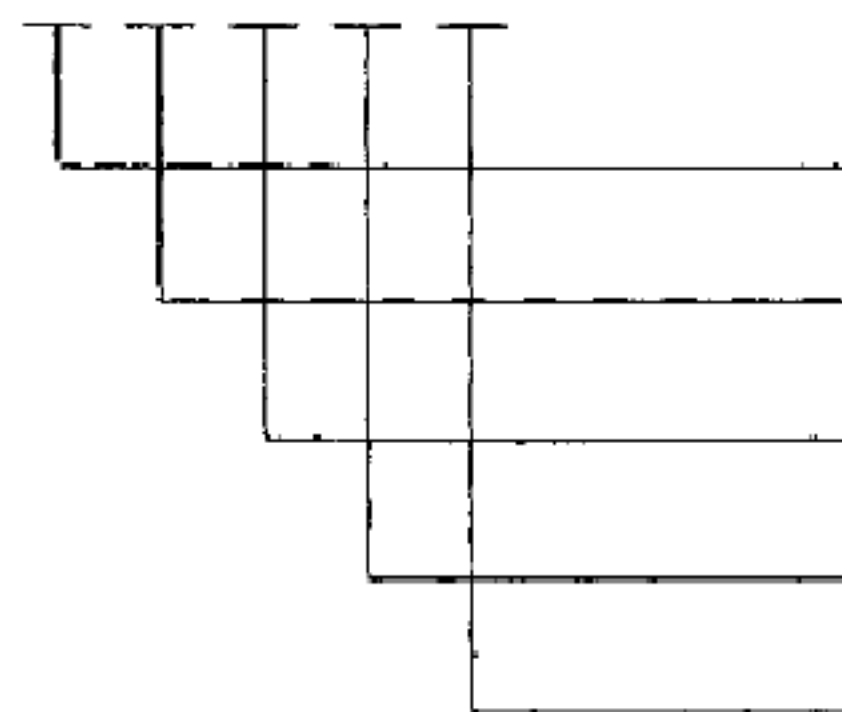
- 100 включений и 100 отключений при коммутации номинального тока.

Ячейки «АВРОРА» имеют срок службы 20 лет.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
Электронный документ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебелевский завод «Элтехника»
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ЯЧЕЙКИ

КСО – X – X – X – Э1 У3



номинальное напряжение, кВ (6 или 10);

номер схемы главных цепей;

габарит (1 или 2);

модификация;

вид климатического исполнения по
ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В ячейках устанавливаются: вакуумные выключатели

ВВ/TEL(«Таврида Электрик»)

выключатели нагрузки

IML(«Sagel», Италия)

3-х позиционные разъединители

SML(«Sagel»)

2-х позиционные разъединители

SVR(«Sagel»)

заземлители

STL(«Sagel»)

предохранители

SIBA(Германия)

трансформаторы напряжения

НАМИТ и НОЛ

трансформаторы тока

ТОЛ

трансформаторы собственных нужд

ТСКС

ограничители перенапряжений

TEL

Оперативные цепи выполнены на переменном напряжении 220 В.

Схемы вторичной коммутации выполнены с применением микропроцессорных блоков релейной защиты совместного производства ОАО «ПО Э л техника» и фирмы ORION (Италия). Возможно применение МБРЗ других производителей, по специальному требованию заказчика.

Ячейка КСОб(10) Э1 представляет собой металлоконструкцию, изготовленную из оцинкованной стали $\delta = 2$ мм. Детали металлоконструкции и изготовлены на высокоточном оборудовании с ЧПУ, методом холодной штамповки. Все несущие соединения выполнены на усиленных стальных вытяжных заклепках. Наружные элементы конструкции

(двери, боковые панели и т.д.) окрашены порошковой краской РА L 7032. С целью обес-