



**Некоммерческое  
акционерное общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ  
ИМЕНИ ГУМАРБЕКА  
ДАУКЕЕВА**

Кафедра электрических  
станций и  
электроэнергетических  
сетей

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для  
студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Алматы 2020

СОСТАВИТЕЛЬ: Абдурахманов А.А. Эксплуатация электрооборудования электрических сетей. Методические указания и задания по выполнению расчетно-графических работ для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика. - Алматы: НАО АУЭС, 2020.- 18 с.

В представленной работе содержатся методические указания и варианты заданий для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Эксплуатация электрических сетей и систем».

Табл.5, библиогр.- 5 назв.

Рецензент: к.т.н. доцент Аршидинов М.М.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на 2019 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2020 г.

## Введение

Предметом изучения курса «Эксплуатация электрических сетей и систем» являются проблемы, связанные с эксплуатацией электрических систем на всех иерархических уровнях управления энергетикой, включая методы совершенствования эксплуатации на основе модернизации электрических сетей и систем, применении автоматизированных систем управления и специальных устройств релейной защиты и автоматики на базе микропроцессорной техники; эксплуатации больших систем и сложного технического оборудования.

Чтобы энергетические системы и сети надежно и экономично работали надо понимать сложные процессы в линиях сверхвысоких, высоких и др. напряжений. Надо уметь правильно эти сети проектировать: выбирать наиболее экономичные и надежные схемы и конфигурации, рациональные напряжения, оптимальные сечения проводов, число и мощность трансформаторов, мощность и место расположения компенсирующих устройств и так далее. Надо знать методы расчетов нормальных и аварийных режимов работы: мощность(или токи) на отдельных участках сети, мощность и напряжения в узлах системы для различных систем; потери мощности, которые иногда достигают 10-15% от всей передаваемой мощности в системе и обходятся государству в миллионы тенге.

В курсе рассматриваются: методы управления энергообъектами, ликвидации повреждений и ненормальных режимов в энергосистеме; основные проблемы в сфере эксплуатации основного и вспомогательного электрооборудования энергосистем и оперативного управления ими; основные методы прогнозирования и управления режимами; навыки действия диспетчера энергосистемы по ведению режима и действиях в аварийных ситуациях; закрепление, расширение и углубление знаний по эксплуатации электрических сетей и систем.

Методические указания состоят из трех расчетно-графических работ, которые включают в себя задачи и теоретические вопросы.

## **1 Цель и задачи расчетно-графических работ**

Целью расчетно-графических работ является развитие навыков самостоятельного решения задач по основным разделам курса, умение отвечать на поставленные вопросы, а также развитие навыков работы с технической литературой.

## **2 Объем и содержание расчетно-графических работ**

Пояснительная записка должна иметь титульный лист, введение, необходимый текстовой и цифровой информативный материал, список литературы и содержание.

Расчетно-пояснительная записка в объеме 10 листов выполняется в ясной и сжатой форме на стандартных листах форматом А-44 (210x297) с помощью применения ЭВМ. В записке должны быть приведены все расчеты и кратко изложены основные, принципиальные положения, поясняющие решения принятые в работе.

## **3 Расчетно-графическая работа № 1. Теоретические вопросы по курсу «Эксплуатация электрических сетей и систем»**

### **3.1 Методические указания**

Перед проработкой материала следует повторить общие сведения об опорах, проводах, изоляторах и других элементах конструкции ВЛ. В изучаемом разделе усвоить способы установки опор: с помощью крана, методом падающей стрелы, с использованием вертолёта. Знать расчёт усилий, возникающих при использовании метода падающей стрелы. Обратить внимание, как монтажные таблицы (монтажные кривые) связывают между собой стрелу провеса  $f$ , температуру окружающей среды  $t_0$ , длину пролёта  $l_n$ , допускаемые механические напряжения  $U_{зоп}$  в проводах.

При изучении влияния климато-метеорологических условий на ВЛ уяснить порядок определения скоростного напора ветра и дополнительной вертикальной нагрузки от гололёда на провода и опоры. Найти, к какому району по ветровой нагрузке и гололёду относится Челябинская область.

Обратить внимание, что электрические перегрузки проводов ВЛ зависят от марки провода, температуры воздуха и допустимой температуры провода, скорости ветра.

В процессе изучения материала необходимо уяснить содержание понятия «оперативное обслуживание», значение оперативного управления в эксплуатации электрохозяйства. Уметь заполнить бланк переключений на вывод в ремонт трансформатора главной понизительной подстанции, секционного выключателя, отдельного присоединения.

Знать, что можно отключать и включать разъединителем (10 кВ): намагничивающий ток трансформаторов мощностью до 750 кВ·А включительно, ток замыкания на землю воздушных и кабельных линий и т.д.

Обратить внимание на использование тренажеров для формирования навыков оперативных переключений в аварийных ситуациях. Представлять порядок использования ЭВМ для контроля переключений.

Контрольное задание состоит из трёх контрольных вопросов и двух задач. Номер варианта контрольных вопросов выбирается по последней цифре шифра студента: цифра 1 - вариант I; цифра 2 - вариант 2, ..., цифра 0 - вариант 10 в следующем порядке.

Таблица 3.1 - Варианты контрольных вопросов

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вопрос 1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
Вопрос 2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
Вопрос 3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.8	3.8	3.9	3.10
Вопрос 4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10

### 3.2 Задания к расчетно-графической работе № 2

Варианты вопроса № 1.

1.1 Осмотр опор ВЛ перед монтажом, способы подъема и установки опор.

1.2 Отбраковка и испытание изоляторов, сборка гирлянд, количество изоляторов в гирлянде, испытание изоляторов на действующей ВЛ.

1.3 Определение величины натяжения и стрелы провеса проводов. Монтажные таблицы (графики).

1.4 Механические нагрузки на провода и опоры ВЛ.

1.5 Документация на приемку ВЛ в эксплуатацию, объем приемосдаточных испытаний ВЛ после монтажа.

1.6 Выбор марки кабеля по условиям прокладки.

1.7 Защита от коррозии металлических оболочек кабелей, прокладываемых в земле.

1.8 Подводная прокладка кабелей, прокладка по мостам.

1.9 Определение характера повреждения кабеля и выбор метода отыскания места повреждения.

1.10 Испытания кабелей после монтажа и капитального ремонта.

Варианты вопроса № 2.

2.1 Монтаж разъединителей, короткозамыкателей, отделителей. Испытания после монтажа.

2.2 Испытания масляных выключателей после монтажа.

2.3 Требования ПУЭ к сооружению и монтажу открытых распределительных устройств.

2.4 Требования к вооружению и монтажу открытых распределительных устройств.

2.5 Монтаж оборудования комплектных РУ. Испытания после монтажа.

2.6 Монтаж оборудования комплектных трансформаторных подстанций. Испытания после монтажа, уход при эксплуатации.

2.7 Монтаж бетонных реакторов, габаритные расстояния. Сушка реакторов, контроль сушки.

2.8 Монтаж токопроводов напряжением 10...35 кВ. Испытания при сдаче в эксплуатацию.

2.9 Монтаж магистральных и распределительных шинопроводов. Проверка, испытания после монтажа.

2.10 Эксплуатация комплектных трансформаторных подстанций.

Варианта вопроса № 3

3.1 Методы определения основных характеристик изоляции трансформатора.

3.2 Сушка трансформаторов методом индукционных потерь в стали бака. Сушка под вакуумом.

3.3 Оценка возможности включения без сушки трансформаторов, транспортируемых без масла.

3.4 Оценка возможности включения без сушки трансформаторов, транспортируемых со снятыми навесными узлами, но залитых маслом.

3.5 Оценка возможности включения без сушки трансформаторов, транспортируемых полностью собранными и залитыми маслом.

3.6. Монтаж силовых трансформаторов на ОРУ главной понизительной подстанции.

3.7 Технология заливки и доливки баков трансформаторов маслом.

3.8 Требования к транспортировке и хранению силовых трансформаторов. Ревизия трансформаторов с подъёмом выемной части.

3.9 Монтаж и эксплуатация заземляющих дугогасящих реакторов. Испытания после монтажа.

3.10 Испытания трансформаторов перед включением в работу.

Варианта вопроса № 4 (составить наряд или заполнить бланк).

4.1 Наряд на ремонт кабельной линии. Бланк переключений на вывод в ремонт линии.

4.2 Наряд на ремонт трансформатора. Бланк переключений на вывод в ремонт трансформатора.

4.3 Наряд на ремонт линейного разъединителя. Бланк переключений на вывод в ремонт разъединителя.

4.4 Наряд на ремонт трансформатор (ТСН). Бланк переключений на вывод в ремонт трансформатора (ТСН).

4.5 Наряд на ремонт вводного выключателя. Бланк переключений на вывод в ремонт выключателя.

4.6 Наряд на ремонт секцию шин. Бланк переключений на вывод в ремонт секцию шин.

4.7 Наряд на ремонт трансформатора ГПП. Бланк переключений на вывод в ремонт трансформатора ГПП.

4.8 Наряд на ремонт трансформатора напряжения. Бланк переключений на вывод в ремонт трансформатора напряжения.

4.9 Наряд на ремонт секционного выключателя. Бланк переключений на вывод в ремонт секционного выключателя.

4.10 Наряд на ремонт привода выключателя. Наряд на ремонт разъединителя трансформатора напряжения.

## **4 Расчетно-графическая работа № 2. Определение потерь мощности в трансформаторах и ЛЭП**

### **4.1 Задание к расчетно-графической работе № 2**

Исходные данные для выполнения расчетно-графических работ строго индивидуальны. Исходные данные для выполнения расчетно-графических работ представлены в таблицах, и каждый студент определяет свой вариант в зависимости от учебного года изучения дисциплины по первой букве фамилии согласно таблице 4.1. Варианты теоретических вопросов для выполнения РГР №3 определяются аналогично.

Таблица 4.1 – Исходные данные для выполнения РГР 2

Учебный год	Первая буква фамилии									
	А,Д	В, Г, Я	Б, Е, Э	Ж, З, Л	К,И, Ю	М,Р, Н	П,Т, Ш	О,Р, У	С,Ч, Ф	Х,Ц, Щ
четный	6	4	8	7	9	10	3	2	5	6
нечетный	5	6	7	8	10	1	2	3	4	9

Электрические сети напряжение 35-750 кВ являются важным элементом электроэнергетических систем. От правильности их проектирования и эксплуатации зависит надежность электроснабжения потребителей и качество электроэнергии, поступающей к потребителям.

При проектировании эксплуатации энергетических систем и сетей необходимо понимать всю сложность процессов протекающих в линиях электропередач, ТП и т.п. Надо уметь правильно выбирать число, мощность трансформаторов, уметь рассчитывать и выбирать экономически правильное сечение проводов ВЛ.

Используя традиционные методы, рассчитать режимы работы энергетической системы: распределение мощности на отдельных участках сети, напряжение в узлах; потери мощности и т.п.

В задании на выполнение расчетно-графического задания даны значения активных нагрузок и коэффициентов мощности потребителей при соответствующих напряжениях.

По этим данным следует определить реактивные и полные нагрузки по подстанциям и выбрать число и мощность трансформаторов, выбрать сечение проводов на участках и составить перечень оборудования подстанций.

Расчеты выполняются по следующим соотношениям:

- полная мощность:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi}, \quad \text{МВА};$$

- реактивная:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad \text{Мвар};$$

- номинальная мощность трансформатора:

$$S_{\text{ном.т}} \geq \frac{S_{\text{рас.}}}{1,4 \cdot n},$$

где  $n$  количество трансформаторов;

1,4 - коэффициент, учитывающий нагрузочную способность.

Варианты, обозначенные четными цифрами сети, выполняются двухцепными напряжением 220 кВ (рисунок 4.1, а) нечетными - 110 кВ одноцепными (рисунок 4.1, б).

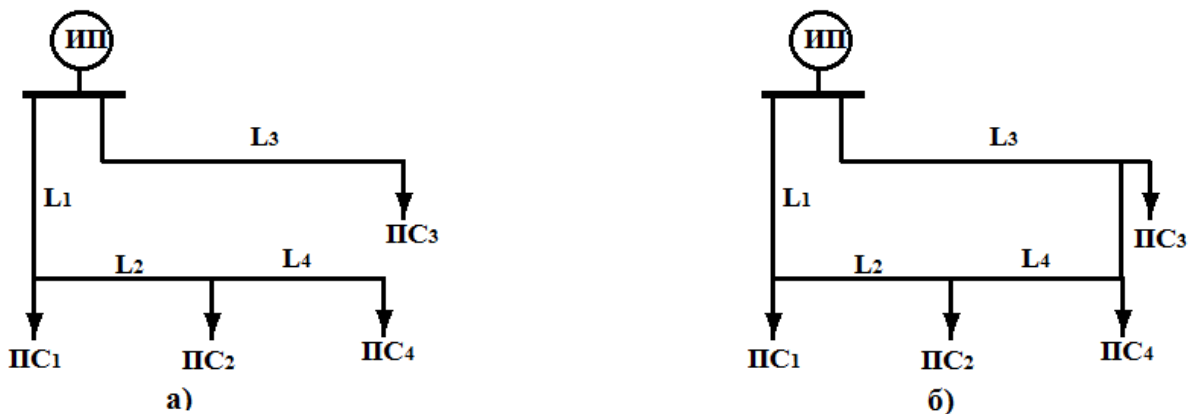


Рисунок 4.1- Схемы электрической сети



Таблица 4.2 – Исходные данные для РГР № 2

Номер варианта	Потребители									
	ПС № 1					ПС № 2				
	P, МВт				cos φ, о.е	P, МВт				cos φ
	U, кВ					U, кВ				
220	110	35	10	220	110	35	10			
1	-	30	-	22	0,85		10	45	21	0,8
2	25	-	14	11	0,87	8	25		12	0,78
3	-		-	18	0,9		8		15	0,85
4	10	35	-	24	0,83	12	32		10	0,89
5	-	14	8	5,6	0,87		5	12	8,5	0,82
6	15	7,5	-	2,5	0,91	15	-	22	13	0,85
7	-	26	10	7,8	0,8			10	11	0,87
8	12	25		13	0,78	6	18		13,5	0,9
9	-	52	-	28	0,85		10		18	0,83
10	22	55	-	14	0,92	12	22		16	0,87
1	-	30	-	22	0,85		10	45	21	0,9
2	25	-	14	11	0,89	8	25		12	0,83
3	-		-	18	0,82		8		15	0,87
4	10	35	-	24	0,83	12	32		10	0,93
5	-	14	8	5,6	0,87		5	12	8,5	0,89
6	15	7,5	-	2,5	0,91	15	-	22	13	0,82
7	-	26	10	7,8	0,9			10	11	0,83
8	12	25		13	0,83	6	18		13,5	0,87
9	-	52	-	28	0,87		10		18	0,91
10	22	55	-	14	0,9	12	22		16	0,85

## 4.2 Методические указания к выполнению работы

При проектировании ВЛ напряжением до 500 кВ включительно выбор сечения провода проводится по нормированным обобщенным показателям. В качестве таких показателей используются нормированные значения экономической плотности тока  $j_n$ , указанные в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Экономическая плотность тока соответствует минимальным затратам при передаче по ВЛ заданной нагрузки.

Проводники	Плотность тока $j_n$ , А/мм <sup>2</sup> , при $T_{max}$ , ч/год		
	Неизолированные алюминиевые провода	до 3000	3000-5000
1,0		1,3	1,4

Произвести выбор сечения проводов.

Сечение провода  $F$  проектируемой ВЛ составляет:

$$F_э = \frac{I_p}{j_э}, \text{ мм}^2,$$

где  $I_p$  - расчетный ток линии, А;

$j_э$  - экономическая плотность тока, А/мм<sup>2</sup> (принимается из таблицы 4.3).

Расчетный ток линии:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}}, \text{ А},$$

где  $S_p$  - расчетная мощность линии, МВА;

$U_p$  - номинальное напряжение линии, кВ;

Расчетная мощность линии:

$$S_p = S_{наг.} + \Delta S_{л.} + \Delta S_{т.}, \text{ МВА},$$

где  $S_{наг.}$  - расчетная мощность нагрузки линии, МВА, принимается согласно варианту (таблица 4.2);

$\Delta S_{л.}$ ,  $\Delta S_{т.}$  - потери мощности в линии и трансформаторах соответственно, МВА.

Потери мощности в трансформаторе:

- активная:

$$\Delta P_{т.} = \Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} \cdot \left( \frac{S_p}{S_{ном.т.}} \right)^2, \text{ кВт},$$

где  $\Delta P_{хх}$ ,  $\Delta P_{кз}$  - потери холостого и короткого замыкания трансформатора, кВт;

$S_p$  – расчетная мощность трансформатора, МВА;

$S_p$  – номинальная мощность трансформатора, МВА.

Если на подстанции с суммарной нагрузкой  $S$  работает параллельно  $n$  одинаковых трансформаторов то формула выглядит следующим образом:

активная:

$$\Delta P_T = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left( \frac{S_p}{S_{НОМ.Т}} \right)^2, \text{ кВт};$$

- реактивная:

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{xx} + \frac{u_k}{100} \cdot \frac{S_p^2}{S_{НОМ.Т}}, \text{ кВАр};$$

Если на подстанции с суммарной нагрузкой  $S$  работает параллельно  $n$  одинаковых трансформаторов:

$$\Delta Q_T = n \cdot \Delta Q_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \frac{u_k}{100} \cdot \frac{S_p^2}{S_{НОМ.Т}}, \text{ кВАр},$$

где  $u_k$  – напряжение, % (принимается из паспортных данных выбранного трансформатора).

Для  $n$  параллельно работающих одинаковых трехобмоточных трансформаторов (автотрансформаторов) потери мощности рассчитываются по формулам:

- активная:

$$\Delta P_T = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \left[ \Delta P_{кзВ} \cdot \left( \frac{S_{pВ}}{S_{НОМ.Т}} \right)^2 + \Delta P_{кзС} \cdot \left( \frac{S_{pС}}{S_{НОМ.Т}} \right)^2 + \Delta P_{кзН} \cdot \left( \frac{S_{pН}}{S_{НОМ.Т}} \right)^2 \right], \text{ кВт};$$

- реактивная:

$$\Delta Q_T = n \cdot \Delta Q_{xx} + \frac{1}{100 \cdot n \cdot S_{НОМ.Т}} \cdot (u_{кВ} \cdot S_{pВ}^2 + u_{кС} \cdot S_{pС}^2 + u_{кН} \cdot S_{pН}^2), \text{ кВАр},$$

где  $S_{pВ}$ ,  $S_{pС}$ ,  $S_{pН}$  – соответственно расчетные мощности, проходящие через обмотки высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора.

$u_{кВ}$ ,  $u_{кС}$ ,  $u_{кН}$  – напряжение кз обмоток высокого, среднего и низкого напряжения %

Напряжение кз обмоток трансформатора:

- высокого напряжения:

$$u_{кВ} = 0,5(u_{кВС} + u_{кВН} - u_{кСН}), \text{ \%};$$

- среднего напряжения:

$$u_{кС} = 0,5(u_{кВС} + u_{кСН} - u_{кВН}), \text{ \%};$$

- низкого напряжения:

$$u_{кН} = 0,5(u_{кВН} + u_{кСН} - u_{кВС}), \%$$

где  $u_{кВН}$ ,  $u_{кВС}$ ,  $u_{кСН}$  – напряжение между обмотками трансформатора (принимается из паспортных данных выбранного трансформатора).

## **5 Расчетно-графическое работа № 3. Составление графика ППР**

### **5.1 Методические указания**

Для бесперебойной работы оборудования требуется его систематическое техническое обслуживание и проведение восстановительных ремонтов. На их выполнение расходуются значительные трудовые и материальные ресурсы.

Годовые затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования на машиностроительных предприятиях составляют 10-25% его первоначальной стоимости, их удельный вес в себестоимости продукции достигает 6-8%. Простои оборудования нарушают непрерывность хода производства, комплектность формирования незавершенного производства, ухудшают качество продукции и экономические показатели работы.

Главными задачами ремонтно-профилактического обеспечения функционирования основных производственных фондов являются:

- поддержание нормальной постоянной работоспособности оборудования и других средств производства;
- сокращение времени и затрат на ремонтные работы.

Для решения этих задач на предприятии создается служба ремонтного хозяйства.

Функциональные задачи службы ремонтного хозяйства:

- ремонт по потребности;
- планово-предупредительный ремонт.

Для решения функциональных задач службы ремонтного хозяйства и создана система планово-предупредительных ремонтов (ППР). Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) – совокупность различных видов работ по техническому уходу и ремонту оборудования, проходящих по заранее составленному плану, с целью обеспечения наиболее эффективной эксплуатации оборудования. Чередование и периодичность указанных работ определяется назначением оборудования, его особенностями, размерами и условиями эксплуатации.

Главными задачами ППР являются:

- учет наличного оборудования и его движения;
- календарное планирование ремонтных работ и контроль за их осуществлением;
- планирование изготовления запасных деталей и узлов;
- определение длительности ремонтных циклов для разных видов оборудования;
- определение ремонтосложности различных видов оборудования;
- организация производственно-технической базы для проведения

ремонтных работ;

- разработка конструкторско-технологической документации по ремонту;
- разработка нормативов трудоемкости отдельных ремонтных работ;
- расчет финансовых средств по ремонтным работам;
- организация технологического надзора за качеством ремонтных работ;
- составление заявок для приобретения отдельных видов оборудования;
- контроль за соблюдением правил технической эксплуатации

оборудования исполнителями.

Основными видами работ в системе ППР являются техническое обслуживание и плановые ремонты.

Все виды ремонта должны обеспечивать восстановление точности, мощности и производительности оборудования до норм установленных стандартами и техническими условиями.

Расчёт бюджета рабочего времени.

*Рабочее время* – это законодательно установленная длительность рабочего дня в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами относятся к рабочему времени.

Время перерыва делится на время отдыха личных потребностей, перерыва по организационно – техническим причинам и перерывы с нарушением трудовой дисциплины.

Показатели для составления графика ППР.

Для составления графика ППР нужно выполнить следующие правила:

- 1) Сгруппировать электрооборудование по организационному признаку.
- 2) Сгруппировать электрооборудование по технологическому признаку.
- 3) Рассчитать нормативную категорию сложности.
- 4) Рассчитать трудоёмкость по видам ремонта.
- 5) Рассчитать норму простоя электрооборудования при ремонте.
- 6) Построить график ППР.

Трудоёмкость - затраты труда, рабочего времени на производство единицы продукции. Измеряется в норма-часах. Для определения трудоемкости существуют нормативы:

- 1) Для капитального ремонта.
- 2) Для среднего ремонта.
- 3) Для малого ремонта.

## **5.2 Задание к выполнению расчетно-графической работы**

Исходные данные для выполнения расчетно-графических работ представлены в таблицах, и каждый студент определяет свой вариант в зависимости от учебного года изучения дисциплины по первой букве фамилии согласно таблице 4.1.

Варианты заданий принять, согласно таблиц 5.1, 5.2, 5.3 и 5.4

## 5.2 Исходные данные

Таблица 5.1 - Исходные данные

№ п/п	Наименование	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ПС 220 кВ	-	2	3	-	-	-	2	3	2	3
2	ПС 110 кВ	7	7	3	8	5	7	2	10	7	3
3	ПС 35 кВ	9	9	7	13	6	12	9	7	9	7
4	КТП 10/0,4 кВ	299	352	496	452	607	492	312	301	352	316
5	РП--6-10 кВ	1	8	5	-	-	-	-	2	6	7
6	Суммарная мощность КТП 10/0,4 кВ, МВА	10,85	575,4	421,6	256,49	400,93	165,0	102,14	16,45	480,5	520,8
7	Протяженность ВЛ-220 кВ	-	45,6-	-	-	-	-	28,5	84,8	53,6	64,2
8	Протяженность ВЛ-110 кВ	405,9	285,7	185	190,34	221,76	197,04	408,9	452,6	305,7	192
9	Протяженность ВЛ-35 кВ	397,2	285,7	212,5	437,53	341,03	323,53	249,5	397,2	308,8	232,1
10	Протяженность ВЛ-10 кВ км	830,9	651,7	745,31	1384	863,76	1205,18	1005,4	830,9	742,6	786,42
11	Протяженность ВЛ 0,4, км	411,9	423,3	1099,3	807,14	1003,15	855,21	462,23	411,9	398,5	1102,2
12	Протяженность КЛ 10, км	1,25	99,75	73,983	18,3	21,377	1,1	1,5	1,25	108,8	81,4
13	Протяженность КЛ 0,4, км	9,97	42,17	6,85	4,56	10,3	-	-	9,97	38,4	10,5

Таблица 5.2 - Характеристика подстанции

№ п/п	Наименование	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ПС 35 кВ с количеством присоединений от 6-20	6	5	5	8	4	7	5	5	7	4
2	ПС 110 кВ с количеством присоединений от 6-20	1	2	-	2	1	2	-	3	1	-

Таблица 5.3 - Количество оборудования

№ п/ п	Наименование	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Силовой трансформатор напряжением 220 кВ	-	4	6	-	-	-	4	6	4	6
2	Силовой трансформатор напряжением 110 кВ	14	10	6	16	8	7	2	10	7	3
3	Выключатели масляные напряжением 220 кВ	-	6	8	-	-	-	4	6	6	12
4	То же напряжением 110 кВ	299	352	496	452	607	492	312	301	352	316
5	То же напряжением 35 кВ	1	8	5	-	-	-	-	4	2	-
6	То же напряжением 10 кВ	10,85	575,4	421,6	256,49	400,93	165,0	102,14	16,45	480,5	520,8
7	Выключатели элегазовые напряжением 220 кВ	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-
8	То же напряжением 110 кВ	405,9	285,7	185	190,34	221,76	197,04	408,9	452,6	305,7	192
9	То же напряжением 35 кВ	6	9	12	9	10	15	6	12	10	9
10	Выключатели вакуумные напряжением 35 кВ	325,6	456,8	725,2	456,8	853,1	1012,5	325,6	725,7	853,1	456,8
11	То же напряжением 10 кВ	110,85	1575,4	1421,6	1256,49	1400,93	1165,0	1102,14	116,45	1480,5	1520,8
12	Протяженность КЛ 10, км	1,25	99,75	73,983	18,3	21,377	1,1	1,5	1,25	108,8	81,4
13	Протяженность КЛ 0,4, км	9,97	42,17	6,85	4,56	10,3	-	-	9,97	38,4	10,5

## Список литературы

- 1 Соколов С.Е., Михалкова Е.Г. Эксплуатация электрических сетей и систем. Конспект лекций (для магистрантов специальности 6М071800 – «Электроэнергетика». – Алматы: НАО АУЭС, 2013. – 63 с.
- 2 Ерошенко Г.П., Коломиец А.П., Кондратьева Н.П. Эксплуатация электрооборудования: Учебное пособие. - М.: КолосС, 2005. - 344 с.
- 3 Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях / Под ред. В.А. Строева. - М.: Высшая школа, 1999. - 352 с.
- 4 Баркан Я.Д. Эксплуатация электрических систем: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1990. - 302 с.
- 5 Электротехнический справочник / Под ред. Герасимова В.Г. 9-изд. Т3. - МЭИ, 2004. – 967 с.

## Содержание

Введение.....	3
1 Цель и задачи расчетно-графических работ.....	4
2 Объем и содержание расчетно-графических работ.....	4
3 Расчетно-графическая работа № 1. Теоретические вопросы по курсу «Эксплуатация электрических сетей и систем».....	4
3.1 Задание к расчетно-графической работе № 1.....	4
3.2 Методические указания к выполнению работы.....	5
4 Расчетно-графическая работа № 2.....	7
4.1 Задание к расчетно-графической работе № 2 Определение потерь мощности трансформаторах и ЛЭП.....	7
4.2 Методические указания к выполнению работы.....	10
5 Расчетно-графическая работа № 3. Составление графика ППР.....	12
5.1 Методические указания к выполнению работы.....	12
5.2 Задания к расчетно-графической работе № 3.....	13
Список литературы.....	16



Абдурахманов Абдугани Абдужалилович

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для  
студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Редактор: Ембердиев Е.У.

Специалист по стандартизации: Данько Е.Т.

Подписано в печать «\_\_\_» \_\_\_\_ 2020 г.

Тираж 30 экз.

Объем 1,1 уч.-изд. л.

Формат 60x84 1/16

Бумага типографская №1

Заказ \_\_\_\_ Цена 550 тенге

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинского университета энергетики и связи  
имени Гумарбека Даукеева»  
050013, Алматы, Байтурсынова, 126/1