



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

**Кафедра
«Электрические
станции, сети и
системы»**

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕК-
ТРОЭНЕРГИИ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

Методические указания к расчетно-графическим работам

для специальности 5В071800 – Электроэнергетика

Алматы 2015

СОСТАВИТЕЛИ: Е.Г. Михалкова, И.С. Соколова. Введение в специальность: способы получения электроэнергии и ее распределение. Методические указания к расчетно-графическим работам для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. - Алматы: АУЭС, 2015.-20с.

В представленной работе содержатся методические указания и варианты заданий для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Введение в специальность: способы получения электроэнергии и ее распределение».

Ил.9 , табл.-7, библиогр.- 9 назв.

Рецензент: доцент Башкиров М.В.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2015 г.

©НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2015 г.

Введение

Дисциплина «Введение в специальность: производство, передача и распределение электрической энергии» является одной из базовых дисциплин, изучаемой студентами специальности 5В071800 – Электроэнергетика.

Данный курс состоит из двух частей: «Производство электрической энергии» и «Передача и распределение электрической энергии».

Методические указания состоят из двух расчетно-графических работ. РГР №1 по части «Производство электрической энергии» и РГР №2 по второй части дисциплины «Передача и распределение электрической энергии».

1 Расчетно-графическая работа №1

1.1 Цель и задачи работы

Целью расчетно-графической работы является развитие самостоятельности в решении задач по построению суточных и годовых графиков электрической нагрузки в абсолютных единицах и определению их параметров, а также развитию навыков работы с технической литературой.

Расчетно-графическая работа представляет собой типовой расчет, основными задачами которого является построение графиков нагрузок и определение основных параметров. Расчетно-графическая работа выполняется по вариантам, приведенным ниже.

1.2 Объем и содержание расчетно-графической работы

Исходные данные для выполнения работы принимаются в соответствии с вариантами, где задаются:

- типовой график нагрузки;
- максимальная нагрузка потребителей P_{max} , МВт;
- продолжительность нагрузок, зима-лето;
- продолжительность рассматриваемого периода T .

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы строго индивидуальные. Каждый студент определяет свой вариант задания в зависимости от учебного года изучения данной дисциплины по трем признакам - по первой букве фамилии, по последней и предпоследней цифрам шифра зачетной книжки. Исходные данные выбираются по рисунку 1, а-е, таблицы 1.1 и таблицы 1.2.

Таблица 1.1 - Максимальная нагрузка потребителей P_{max} , МВт

Учебный год	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013/2014	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2014/2015	30	40	50	60	70	80	90	100	10	20
2015/2016	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10

Таблица 1.2 – Продолжительность сезона нагрузок зима-лето и длительность рассматриваемого периода (дни)

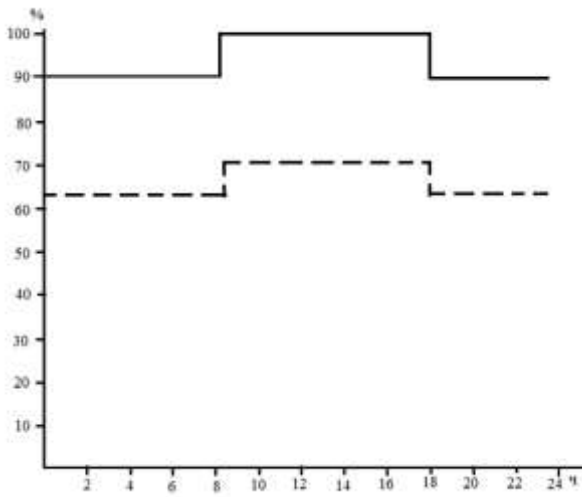
Учебный год	Сезон	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013/2014	зима	235	225	215	205	195	185	175	165	155	145
	лето	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
	T	221	229	250	258	275	292	298	321	333	344
2014/2015	зима	215	205	195	185	165	200	155	145	235	210
	лето	150	160	170	180	200	165	210	220	130	155
	T	280	290	298	321	333	344	275	260	245	230
2015/2016	зима	210	200	190	180	170	160	150	140	230	220
	лето	155	165	175	185	195	205	215	225	135	145
	T	220	235	248	255	260	275	295	300	310	330

Расчетно-пояснительная записка в объеме 10 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 принятые в работе решения.

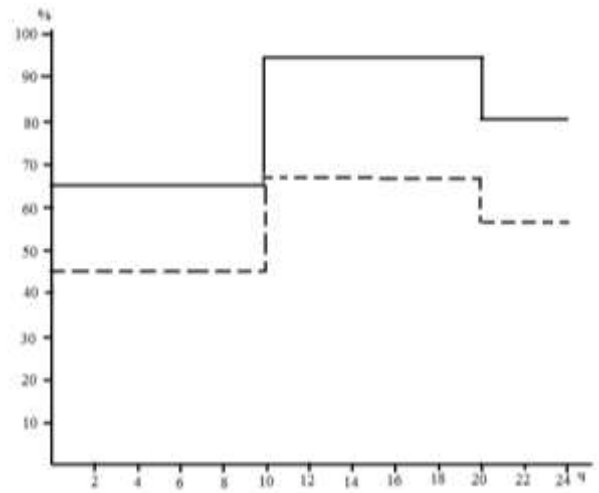
1.3 Методические указания к выполнению работы

1.3.1 Общие сведения.

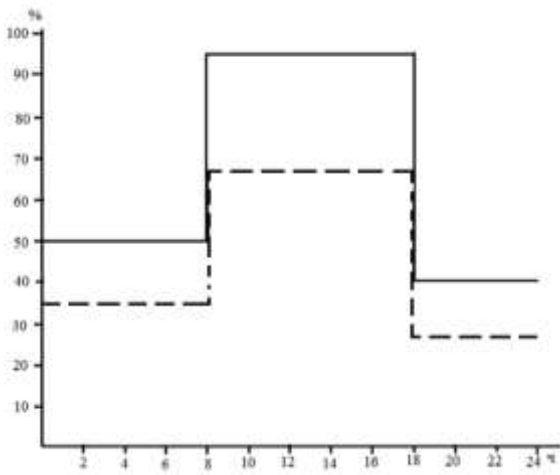
Электрическая нагрузка отдельных потребителей, а, следовательно, и суммарная их нагрузка, определяющая режим работы электростанций в энергосистеме, непрерывно меняется. Принято отражать этот факт графиком нагрузки, т. е. *диаграммой изменения мощности (тока) электроустановки во времени.*



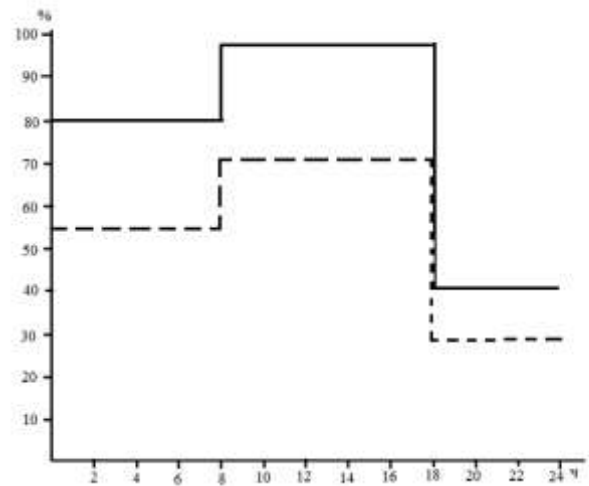
А, Б, В, Г, Д



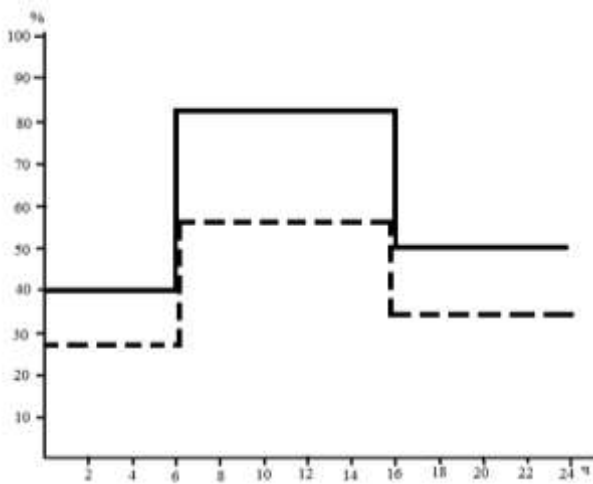
Е, Ж, З, И, К



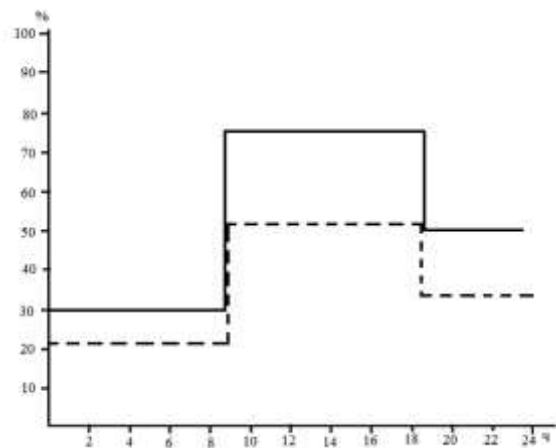
Л, М, Н, О, П



Р, С, Т, У



Ф, Х, Ц, Ч, Ш



Щ, Ы, Э, Ю, Я

Рисунок 1 – Варианты типовых графиков электрических нагрузок

По виду фиксируемого параметра различают графики активной P , реактивной Q , полной (кажущейся) S мощностей и тока I электроустановки. Как правило, графики отражают изменение нагрузки за определенный период времени. По этому признаку их подразделяют на суточные (24 ч), сезонные, годовые и т. п.

По месту изучения или элементу энергосистемы, к которому они относятся, графики можно разделить на следующие группы:

- 1) графики нагрузки потребителей, определяемые на шинах подстанций;
- 2) сетевые графики нагрузки - на шинах районных и узловых подстанций;
- 3) графики нагрузки энергосистемы, характеризующие результирующую нагрузку энергосистемы;
- 4) графики нагрузки электростанций.

Графики нагрузки используют для анализа работы электроустановок, для проектирования системы электроснабжения, для составления прогнозов электропотребления, планирования ремонтов оборудования, а также в процессе эксплуатации для ведения нормального режима работы.

1.3.2 Суточные графики нагрузок потребителей.

Фактический график нагрузки может быть получен с помощью регистрирующих приборов, которые фиксируют изменения соответствующего параметра во времени. Перспективный график нагрузки потребителей определяется в процессе проектирования. Для его построения надо располагать прежде всего сведениями об установленной мощности электроприемников, под которой понимают их суммарную номинальную мощность. Для активной нагрузки: $P_{уст} = \Sigma P_{ном}$.

Присоединенная мощность на шинах подстанции потребителей:

$$P_{пр} = \frac{\Sigma P_{ном}}{n_{ср,л} n_{ср,с}},$$

где $n_{ср,л}$ и $n_{ср,с}$ соответственно средние КПД электроустановок потребителей и местной сети при номинальной нагрузке.

В практике эксплуатации обычно действительная нагрузка потребителей меньше суммарной установленной мощности. Это обстоятельство учитывается коэффициентами одновременности k_0 и загрузки k_3 . Тогда выражение для максимальной нагрузки потребителя будет иметь вид:

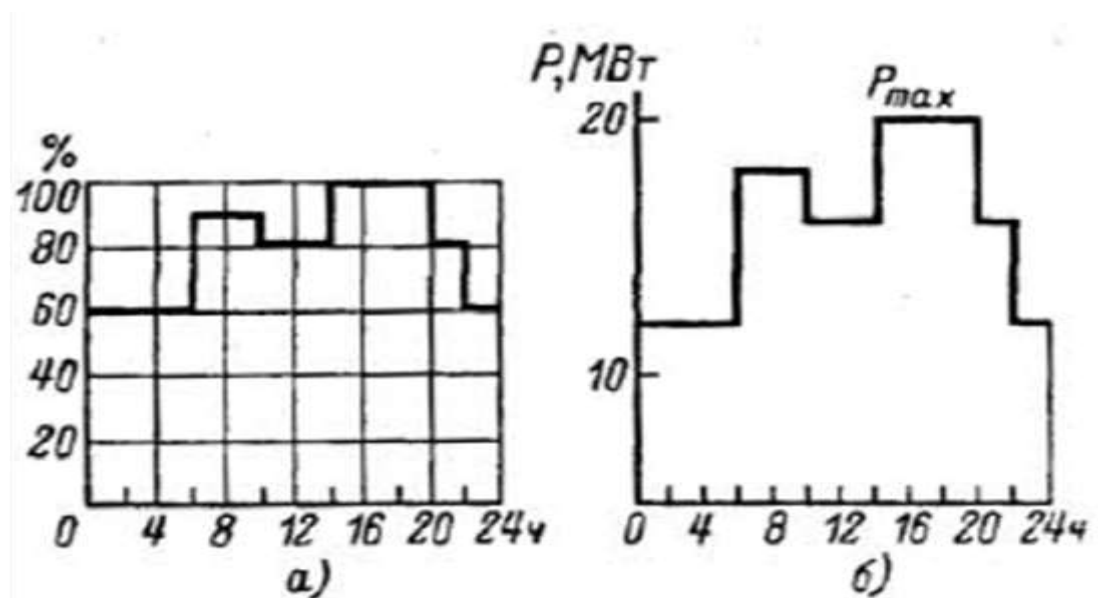
$$P_{max} = \frac{k_0 k_3}{n_{ср,л} n_{ср,с}} \Sigma P_{ном} = k_{ср} \Sigma P_{ном},$$

где $k_{ср}$ - коэффициент спроса для рассматриваемой группы потребителей.

Коэффициенты спроса определяются на основании опыта эксплуатации однотипных потребителей и приводятся в справочной литературе.

Кроме P_{max} , для построения графика необходимо знать характер изменения нагрузки потребителя во времени, который при проектировании обычно определяется по типовым графикам.

Типовой график нагрузки строится по результатам исследования аналогичных действующих потребителей и приводится в справочной литературе в виде, показанном на рисунке 2, а.



а - типовой; б - в именованных единицах.

Рисунок 2 - Суточные графики активной нагрузки потребителя

Для удобства расчетов график выполняется ступенчатым. Наибольшая возможная за сутки нагрузка принимается за 100%, а остальные ступени графика показывают относительное значение нагрузки для данного времени суток.

При известном P_{max} можно перевести типовой график в график нагрузки данного потребителя, используя соотношение для каждой ступени графика:

$$P_{ст} = \frac{n\%}{100} P_{max},$$

где $n\%$ — ордината соответствующей ступени типового графика, %.

На рисунке 2,б показан график потребителя электроэнергии, полученной из типового (рисунок 2, а) при $P_{max}=20$ МВт.

1.3.3 Годовой график продолжительности нагрузок.

Этот график показывает длительность работы установки в течение года с различными нагрузками. По оси ординат откладываются нагрузки в соответствующем масштабе, по оси абсцисс - часы года от 0 до 8760. Нагрузки на графике располагают в порядке их убывания от P_{max} до P_{min} (рисунок 3).

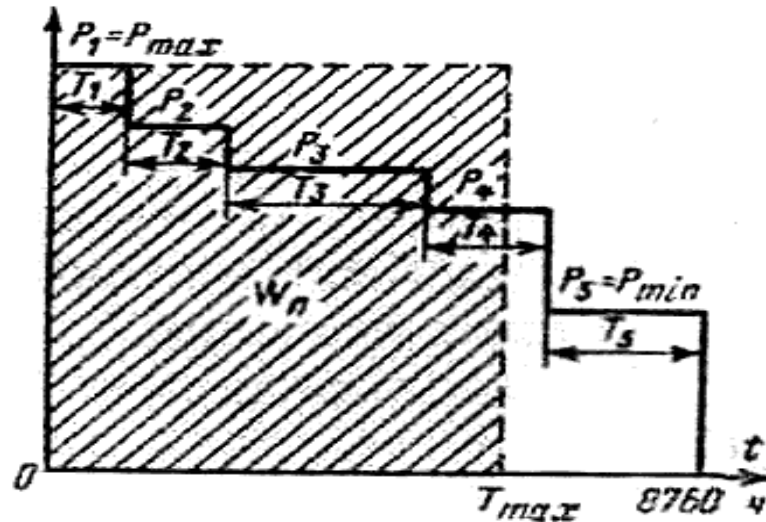


Рисунок 3 – Годовой график продолжительности нагрузок

Построение годового графика продолжительности нагрузок производится на основании известных суточных графиков. На рисунке 4 показан способ построения графика при наличии двух суточных графиков нагрузки — зимнего (183 дня) и летнего (182 дня).

Для наиболее распространенных потребителей электроэнергии в справочниках приводятся типовые графики активной и реактивной нагрузок по продолжительности.

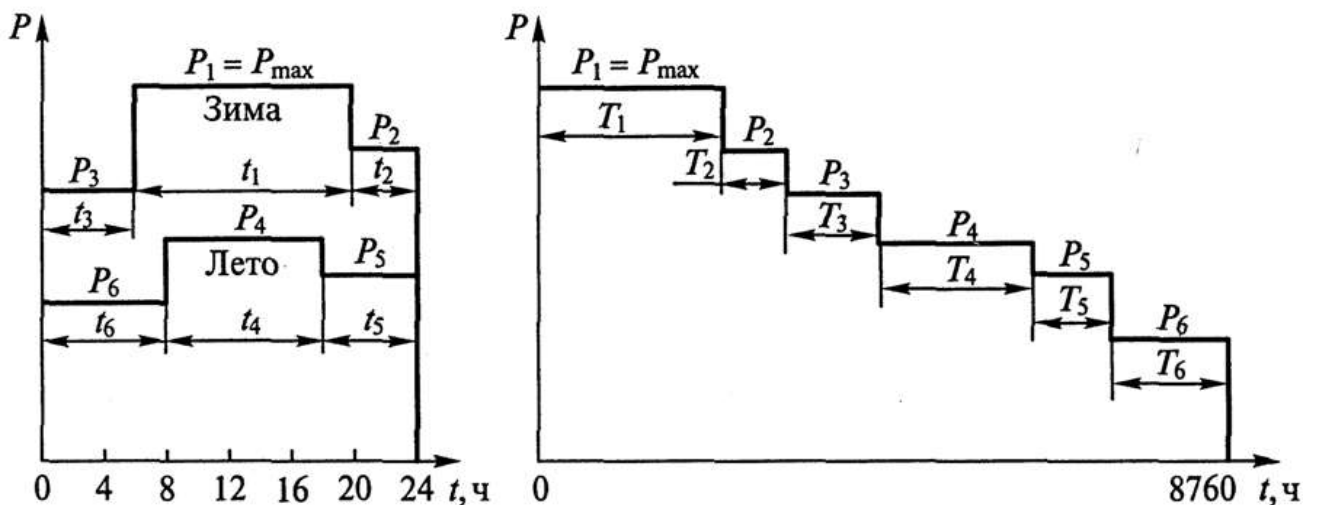


Рисунок 4 – Способ построения годового графика продолжительности нагрузок

График продолжительности нагрузок применяют в расчетах технико-экономических показателей установки, расчетах потерь электроэнергии, при оценке использования оборудования в течение года и т. п.

1.3.4 Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки.

Площадь, ограниченная кривой графика активной нагрузки, численно равна энергии, произведенной или потребленной электроустановкой за рассматриваемый период:

$$W_{\Pi} = \sum P_i T_i,$$

где P_i – мощность i -й ступени графика;

T_i - продолжительность ступени.

Средняя нагрузка установки за рассматриваемый период (сутки, год) равна:

$$P_{cp} = \frac{W_{\Pi}}{T},$$

где T - длительность рассматриваемого периода;

W_{Π} - электроэнергия за рассматриваемый период.

Степень неравномерности графика работы установки оценивают коэффициентом заполнения

$$k_{zn} = \frac{W_{\Pi}}{P_{max}T} = \frac{P_{cp}}{P_{max}}.$$

Коэффициент заполнения графика нагрузки показывает, во сколько раз выработанное (потребленное) количество электроэнергии за рассматриваемый период (сутки, год) меньше того количества энергии, которое было бы выработано (потреблено) за то же время, если бы нагрузка установки все время была максимальной. Очевидно, что чем равномернее график, тем ближе значение k_{zn} к единице.

Для характеристики графика нагрузки установки можно воспользоваться также условной продолжительностью использования максимальной нагрузки:

$$T_{max} = \frac{W_{\Pi}}{P_{max}} = \frac{P_{cp}T}{P_{max}} = k_{zn}T.$$

Эта величина показывает, сколько часов за рассматриваемый период T (обычно год) установка должна была бы работать с неизменной максимальной нагрузкой, чтобы выработать (потребить) действительное количество электроэнергии W_{Π} за этот период времени.

В практике применяют также коэффициент использования установленной мощности:

$$k_u = \frac{W_{\Pi}}{TP_{ycm}} = \frac{P_{cp}}{P_{ycm_u}},$$

или продолжительность использования установленной мощности

$$T_y = \frac{W_{\Pi}}{P_{ycm}} = k_u T.$$

При определении k_u под P_{ycm} следует понимать суммарную установленную мощность всех агрегатов, включая резервные.

Коэффициент использования k_u характеризует степень использования установленной мощности агрегатов. Очевидно, что $k_u < 1$, а $T_{ycm} < T$. С учетом соотношения $P_{ycm} \geq P_{max}$ имеем $k_u \leq k_{zn}$.

2 Расчетно-графическая работа №2

2.1 Общие указания

В работу включена одна задача и два контрольных вопроса.

В задаче проводится расчет разомкнутой сети, напряжением 35 кВ, определяются распределение мощностей на участках сети и напряжения в узлах нагрузки. В конце РГР приводятся 10 вариантов контрольных вопросов.

Исходные данные для решения задачи строго индивидуальны. Каждый студент определяет свой вариант задания в зависимости от учебного года изучения данной дисциплины по трем признакам: по последней и предпоследней цифрам шифра и первой букве своей фамилии.

Согласно таблице 2.1 по последней цифре шифра (номера зачетной книжки) с учетом года изучения дисциплины устанавливается номер варианта исходных данных первой группы.

Таблица 2.1-Исходные данные первой группы

Учебный год	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013/14	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV
2014/15	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2015/16	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2016/17	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV
2017/18	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2018/19	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

Аналогично, согласно таблице 2.2, устанавливается по предпоследней цифре шифра номер варианта исходных данных второй группы и, согласно первой букве фамилии, по таблице 2.3 номер варианта исходных данных третьей группы.

Таблица 2.2- Исходные данные второй группы

Учебный год	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013/14	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V
2014/15	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII
2015/16	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016/17	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V
2017/18	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII
2018/19	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

Таблица 2.3- Исходные данные третьей группы

Учеб- ный год	Последняя цифра шифра									
	А,Д	В,Г, Я	Б,Е	Ж,З,И, Л	К,Ы	М,О	Н,П	Р,Т, У,Ф	С,Ч	Х,Ц,Щ, Ш,Э,Ю
2013/14	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2014/15	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2015/16	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2016/17	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2017/18	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2018/19	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI

Вариант контрольных вопросов в каждом контрольном задании принимается по последней цифре шифра независимо от года обучения.

2.2 Условие задачи

Найти распределение мощностей на участках и определить напряжения в узловых точках разомкнутой сети напряжением 35 кВ, изображенной на рисунке 5.

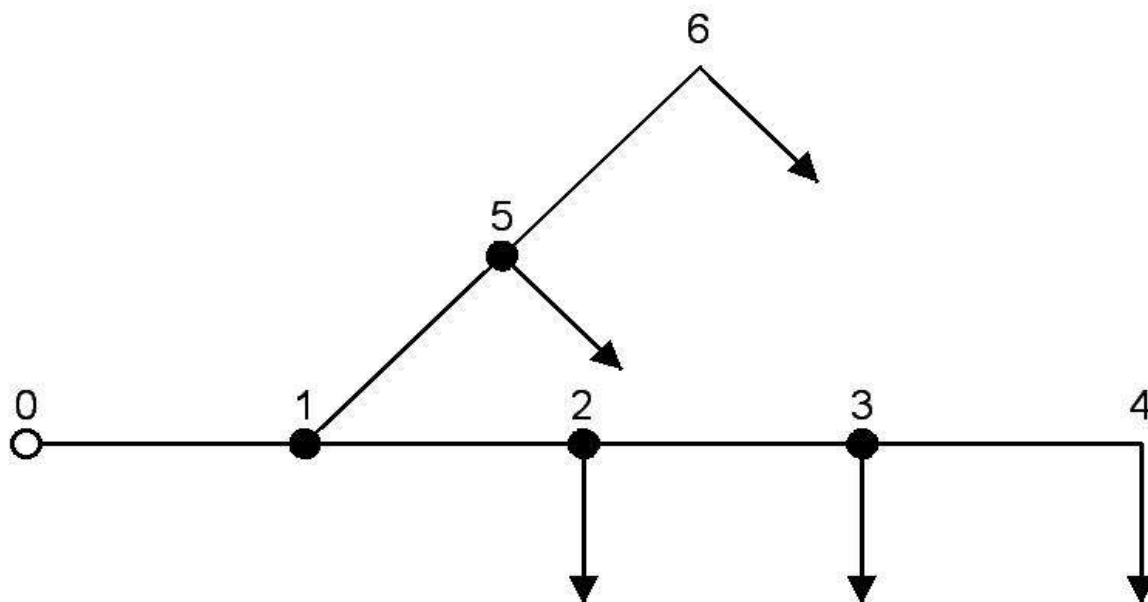


Рисунок 5- Расчетная схема сети

Таблица 2.4- Варианты заданий для выполнения РГР

№ варианта	Исходные данные 1 группы						Исходные данные 2 группы		Исходные данные 3 группы					
	Длина участков, км						Марка про-вода	Cos φ	Мощность нагрузок, Мвт					
	0-1	1-2	2-3	3-4	1-5	5-6			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
I	6	7	8	5	5	9	АС-95/16	0.88	2.2	2.5	2.4	3.5	2.8	3.1
II	8	6	7	5	8	6	АС-70/11	0.82	2.5	2.7	1.6	1.4	2.2	1.8
III	5	4	7	9	6	7	А-95	0.85	1.5	2.8	3.1	2.7	1.6	1.4
IV	3	8	4	8	6	3	АС-95/16	0.8	1.4	2.2	1.8	2.2	2.5	2.4
V	4	6	7	4	8	5	АС-70/11	0.83	1.8	2.2	2.5	1.4	2.2	1.8
VI	7	9	5	7	5	9	А-70	0.78	2.4	3.5	2.8	3.1	1.6	1.4
VII	5	5	8	6	8	7	АС-120/19	0.81	2.8	3.1	1.6	1.4	2.2	1.8
VIII	7	8	7	5	8	6	А-70	0.76	2.5	1.4	2.2	1.8	2.8	3.1
IX	6	4	8	6	5	4	АС-95/16	0.86	2.5	2.7	1.6	1.4	2.2	1.8
X	9	5	4	8	6	5	АС-95/16	0.80	2.2	1.8	2.2	2.8	3.1	1.6

2.3 Методические указания

Для расчета сети составляется схема замещения, которая для сетей до 35 кВ включительно имеет вид (рисунок 6)

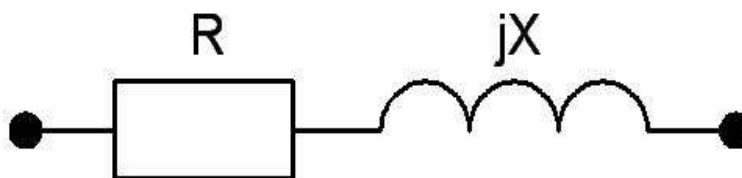


Рисунок 6- Схема замещения участка сети

Расчет сети проводится методом итераций или последовательных приближений, он состоит из двух этапов.

На первом этапе принимаем напряжение в узлах, равное номинальному напряжению $U_{ном}$, и определяем потоки мощности в линиях от последней нагрузки к источнику питания.

На втором этапе определяем напряжение в узлах нагрузки по известному напряжению источника питания и потоку мощности, определенном на первом этапе. Напряжение источника питания принять равное $1,05 U_{ном}$.

Данные для расчета проводов принять по таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Расчетные данные проводов

Марка провода, мм ²	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км
АС - 70/11	0,428	0,432
АС – 95/16	0,306	0,421
АС – 120/19	0,249	0,414

2.4 Контрольные вопросы

Вариант 1

- 1 Как осуществляется управление режимами электрических систем?
- 2 Какие типы изоляторов применяются на воздушных линиях?

Вариант 2

- 1 По каким признакам классифицируются электрические сети?
- 2 Какое отличие кабелей из сшитого полиэтилена?

Вариант 3

- 1 Какие существуют опоры воздушных линий электропередачи?
- 2 Какие существуют группы потребителей электроэнергии?

Вариант 4

- 1 Какие существуют способы прокладки силовых кабелей?
- 2 Какие требования предъявляются к электрическим сетям?

Вариант 5

- 1 Линейная арматура воздушных линий. Дайте краткую характеристику.
- 2 Какие существуют перспективные способы передачи электроэнергии?

Вариант 6

- 1 Конструкции и марки проводов воздушных линий.
- 2 Основные преимущества и недостатки передач постоянного тока.

Вариант 7

- 1 Какие предъявляются требования к системам электроснабжения?
- 2 Какие существуют конструкции силовых кабелей?

Вариант 8

- 1 Новые конструкции проводов воздушных линий.
- 2 Какие существуют особенности полимерных изоляторов?

Вариант 9

- 1 Номинальные напряжения элементов электрических сетей.
- 2 Основные преимущества энергосистем.

Вариант 10

- 1 Влияние высокого напряжения ЛЭП на окружающую среду.
- 2 Какая роль электрических сетей и систем в энергетическом хозяйстве?

2.5 Пример выполнения РГР

Исходные данные:

$l_{01}=5$ км $P_1=2,2$ МВт;

$l_{12}=4$ км $P_2=1,8$ МВт;

$l_{23}=7$ км $P_3=2,2$ МВт;

$l_{34}=9$ км $P_4=2,8$ МВт;

$l_{15}=6$ км $P_5=3,1$ МВт;

$l_{56}=7$ км $P_6=1,6$ МВт;

$\cos\varphi=0,88$;

$r_0=0,306$ Ом/км;

$x_0=0,421$ Ом/км;

$U=35$ кВ.

Марка провода АС-95/16.

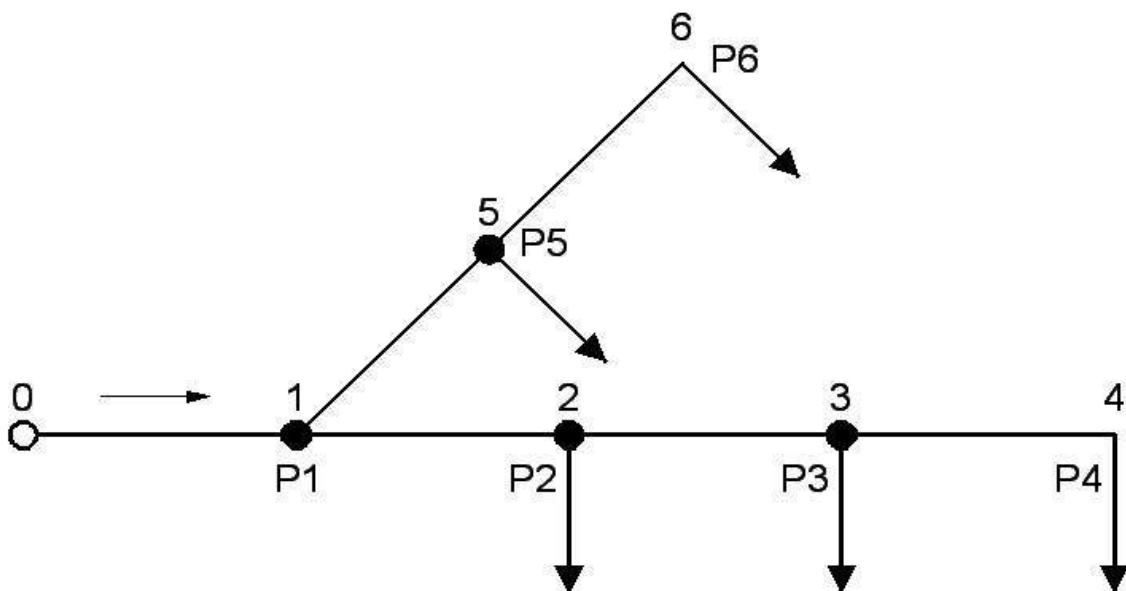


Рисунок 7- Расчетная схема сети

Составляем схему замещения:

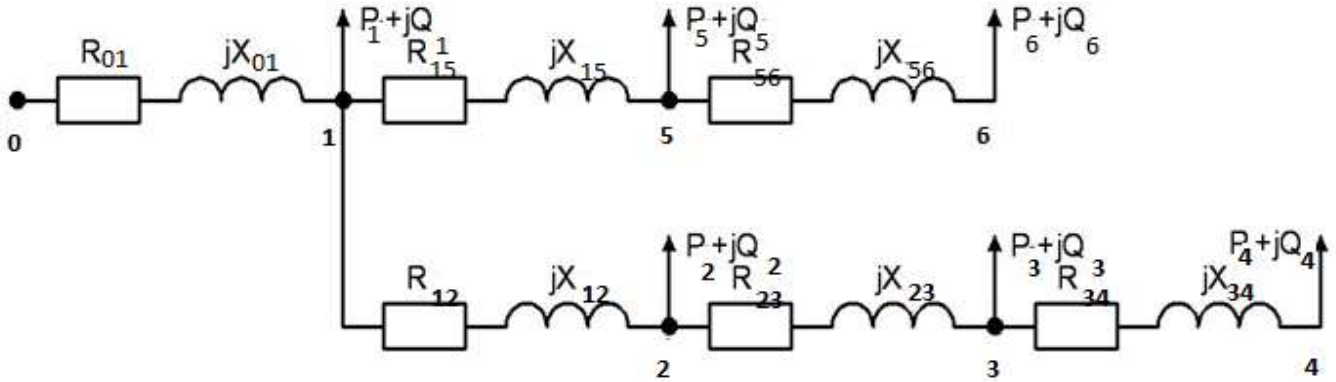


Рисунок 8- Схема замещения сети

Определяем параметры провода АС-95/16.

Определим активные R и реактивные X сопротивления на участках линии:

$$R_{nk} = r_0 \cdot l_{nk},$$

где r_0 - удельное активное сопротивление, Ом/км;

l_{nk} - длина участка $n-k$, км.

$$X_{nk} = x_0 \cdot l_{nk},$$

где x_0 - удельное реактивное сопротивление, Ом/км;

$$R_{01} = 0,306 \cdot 5 = 1,53 \text{ Ом};$$

$$X_{01} = 0,421 \cdot 5 = 2,105 \text{ Ом};$$

$$R_{12} = 0,306 \cdot 4 = 1,224 \text{ Ом};$$

$$X_{12} = 0,421 \cdot 4 = 1,684 \text{ Ом};$$

$$R_{23} = 0,306 \cdot 7 = 2,142 \text{ Ом};$$

$$X_{23} = 0,421 \cdot 7 = 2,947 \text{ Ом};$$

$$R_{34} = 0,306 \cdot 9 = 2,756 \text{ Ом};$$

$$X_{34} = 0,421 \cdot 9 = 3,789 \text{ Ом};$$

$$R_{15} = 0,306 \cdot 6 = 1,836 \text{ Ом};$$

$$X_{15} = 0,421 \cdot 6 = 2,526 \text{ Ом};$$

$$R_{56} = 0,306 \cdot 7 = 2,142 \text{ Ом};$$

$$X_{56} = 0,421 \cdot 7 = 2,947 \text{ Ом}.$$

Рассчитаем реактивную мощность Q и полную S в каждом узле:

$$S_n = \frac{P_n}{\cos \varphi}; \quad Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2},$$

где P_n - узловая мощность нагрузок, MBm .

$$S_1 = \frac{2,2}{0,88} = 2,5 \text{ \AA} ;$$

$$S_2 = \frac{1,8}{0,88} = 2,045 \text{ MVA};$$

$$S_3 = \frac{2,2}{0,88} = 2,5 \text{ \AA} ;$$

$$S_4 = \frac{2,8}{0,88} = 3,182 \text{ \AA} ;$$

$$S_5 = \frac{3,1}{0,88} = 3,523 \text{ \AA} ;$$

$$S_6 = \frac{1,6}{0,88} = 1,818 \text{ \AA} ;$$

$$Q_1 = 1,187 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_2 = 0,9715 \text{ \AA} \delta$$

$$Q_3 = 1,187 \text{ MVAp};$$

$$Q_4 = 1,511 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_5 = 1,673 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_6 = 0,8636 \text{ \AA} \delta .$$

Рассчитаем потоки мощности на участках сети:

$$P_{56} = P_6 = 1,6 \text{ \AA} \delta ;$$

$$P_{15} = P_6 + P_5 = 4,7 \text{ MBm};$$

$$P_{34} = P_4 = 2,8 \text{ \AA} \delta ;$$

$$P_{23} = P_3 + P_4 = 5 \text{ \AA} \delta ;$$

$$P_{12} = P_{23} + P_2 = 6,8 \text{ \AA} \delta ;$$

$$P_{01} = P_{15} + P_{12} + D_1 = 13,7 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_{56} = Q_6 = 0,8636 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_{15} = Q_5 + Q_6 = 2,537 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_{34} = Q_4 = 1,511 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_{23} = Q_3 + Q_4 = 2,699 \text{ \AA} \delta ;$$

$$Q_{12} = Q_{23} + Q_2 = 3,67 \text{ MVAp};$$

$$Q_{01} = Q_{15} + Q_{12} + Q_1 = 7,394 \text{ MVAp}.$$

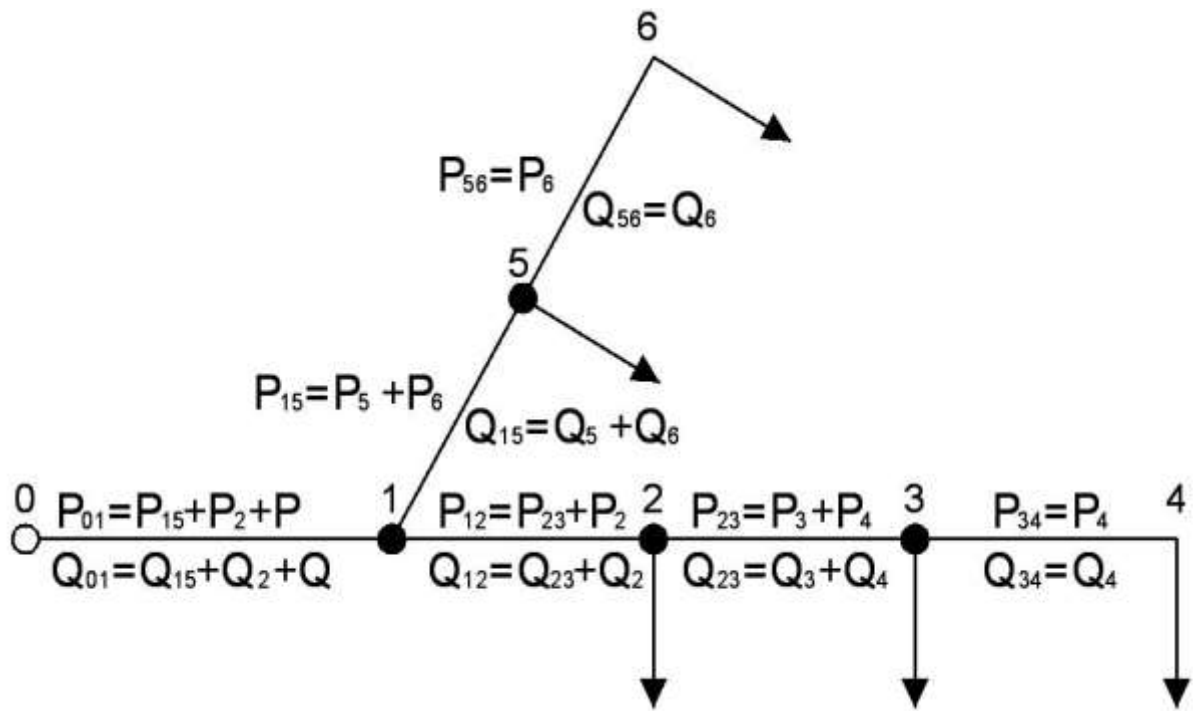


Рисунок 9 - Поток мощности

Определим узловые напряжения:

$$U_0 = 1,05 \cdot 35 = 36,75 \text{ kВ};$$

$$\Delta U_{01} = \frac{P_{01} \cdot R_{01} + Q_{01} \cdot X_{01}}{U_0} = \frac{13,7 \cdot 1,53 + 7,394 \cdot 2,105}{36,75} = 0,965 \text{ kВ};$$

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{01} = 36,75 - 0,965 = 35,76 \text{ kВ};$$

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12} \cdot R_{12} + Q_{12} \cdot X_{12}}{U_1} = \frac{6,8 \cdot 1,224 + 3,67 \cdot 1,684}{35,76} = 0,406 \text{ kВ};$$

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 35,76 - 0,406 = 35,35 \text{ kВ};$$

$$\Delta U_{23} = \frac{P_{23} \cdot R_{23} + Q_{23} \cdot X_{23}}{U_2} = \frac{5 \cdot 2,142 + 2,699 \cdot 2,947}{35,35} = 0,528 \text{ kВ};$$

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{23} = 35,35 - 0,528 = 34,82 \text{ kВ};$$

$$\Delta U_{34} = \frac{P_{34} \cdot R_{34} + Q_{34} \cdot X_{34}}{U_3} = \frac{2,8 \cdot 2,754 + 1,511 \cdot 3,789}{34,82} = 0,386 \text{ кВ};$$

$$U_4 = U_3 - \Delta U_{34} = 34,82 - 0,386 = 34,44 \text{ кВ};$$

$$\Delta U_{15} = \frac{P_{15} \cdot R_{15} + Q_{15} \cdot X_{15}}{U_4} = \frac{4,7 \cdot 1,836 + 2,537 \cdot 2,526}{34,44} = 0,437 \text{ кВ};$$

$$U_5 = U_1 - \Delta U_{15} = 35,76 - 0,437 = 35,32 \text{ кВ};$$

$$\Delta U_{56} = \frac{P_{56} \cdot R_{56} + Q_{56} \cdot X_{56}}{U_5} = \frac{1,6 \cdot 2,142 + 8,636 \cdot 2,947}{35,32} = 0,169 \text{ кВ};$$

$$U_6 = U_5 - \Delta U_{56} = 35,32 - 0,169 = 35,15 \text{ кВ}.$$

Суммарные потери в сети:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{01} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{34} + \Delta U_{15} + \Delta U_{56} = \\ 0,965 + 0,406 + 0,528 + 0,386 + 0,437 + 0,169 = 2,89 \text{ кВ};$$

$$\Delta U_{\Sigma} = \frac{\Delta U_{\Sigma}}{U_0} \cdot 100 = \frac{2,89}{36,75} \cdot 100 = 7,8 \%$$

Список литературы

- 1 Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. - 4 изд. - М.: Академия, 2006.-448 с.
- 2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.- 615 с.
- 3 Соколов С.Е., Кузембаева Р.М., Хожин Г.Х. Электрические станции и подстанции: Учебное пособие. – Алматы, 2006.
- 4 Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы: Учебное пособие. – АУЭС, 2010. – 73 с.
- 5 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети: Учебное пособие для студентов электроэнергетических спец. вузов. – СПб. Издательство Сизова М.П., 2001.- 685 с.
- 6 Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы. Конспект лекций для студентов специальности 050718 -Электроэнергетика.- АИЭС, 2007. – 44 с.
- 7 Электрические системы: Электрические сети./ Под.ред. В.А. Веникова.—М.: Высшая школа, 1997.- 427 с.
- 8 Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для электроэнерг. спец. Под.ред. В.А. Строева.– М.: Высш. шк., 1999.- 350 с.
- 9 Блок В.М. Электрические сети и системы.- М.:Высшая школа, 1986.- 430 с.

Содержание

Введение.....	3
1 Расчетно-графическая работа №1.....	3
1.1 Цель и задачи работы.....	3
1.2 Объем и содержание расчетно - графической работы.....	3
1.3 Методические указания к выполнению работы.....	4
1.3.1 Общие сведения.....	4
1.3.2 Суточные графики нагрузок потребителей.....	6
1.3.3 Годовой график продолжительности нагрузок.....	8
1.3.4 Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки.....	9
2 Расчетно-графическая работа №2.....	11
2.1 Общие указания.....	11
2.2 Условие задачи.....	12
2.3 Методические указания.....	13
2.4 Контрольные вопросы.....	14
2.5 Пример выполнения РГР.....	15
Список литературы.....	20

Елена Григорьевна Михалкова
Ирина Сергеевна Соколова

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРО-
ЭНЕРГИИ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

Методические указания к расчетно-графическим работам
для специальности 5В071800 – Электроэнергетика

Редактор Н.М. Голева
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать « ____ » _____ 2015 г.
Тираж 150 экз.
Объем 1,4 уч.-изд.л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ _____ Цена 700 тенге

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова, 126