



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра
электрических
станций, сетей и
систем

ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Методические указания и задания к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 5В071800 –Электроэнергетика

Алматы 2015

СОСТАВИТЕЛИ: Н.А. Генбач, О.А.Кноль. Передача электрической энергии
Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов
специальности 5В071800 Электроэнергетика – Алматы: АУЭС, 2015. - 22 с.

Описания лабораторных работ содержат название работ, цель работ, методику их проведения и обработки расчетных данных, полученных при расчете на ПЭВМ. Приведены исходные данные к выполнению лабораторных работ, а также инструкция работы на ПЭВМ по программе «Rastr».

Табл.- 4, ил.- 4, библиогр.- 4 назв.

Рецензент: доцент Башкиров М.В.

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

Введение

Дисциплина «Передача электрической энергии» является одной из профилирующих при подготовке бакалавров-электроэнергетиков.

Лабораторные работы имеют цель закрепить в памяти студента приобретенные ранее теоретические знания. Приступая к непосредственному выполнению работы, студент должен иметь ясное представление о поставленной перед ним задаче и о тех физических явлениях, которые предстоит исследовать.

Предметом изучения в лаборатории электрических сетей являются электрические сети и линии электропередачи, по которым передаются большие мощности и которые имеют значительные протяженности. В лабораторных работах большое внимание обращено на расчеты рабочих режимов линий электропередачи и электрических сетей различной конфигурации.

Подготовка и порядок выполнения работы

При подготовке к лабораторным работам необходимо изучить разделы настоящих методических указаний и рекомендуемую литературу.

После изучения указанного материала студент должен отчетливо представлять цель лабораторной работы, порядок ее проведения. Затем необходимо подготовить математическую модель исследуемой сети, т.е.:

- составить схему замещения линии электропередачи или электрической сети;
- определить параметры схемы замещения;
- провести необходимые предварительные расчеты;
- подготовить исходную информацию для расчета на ЭВМ согласно инструкции используемой программы по заданному формату.

Результаты расчетов оформляются в виде таблиц и графиков.

Допуск к выполнению каждой лабораторной работы осуществляется преподавателем при наличии у студента соответствующих предварительных расчетов и теоретических знаний.

Защита лабораторной работы

К защите допускается студент, выполнивший весь объем лабораторной работы и оформивший отчет. Отчет оформляется по единой форме на стандартных листах (формат А4) белой бумаги. Записи ведутся темными чернилами, рисунки - карандашом или при помощи компьютерной графики. В отчете обязательно должны быть отражены:

- цель лабораторной работы;
- процесс подготовки к работе;
- порядок выполнения работы;

- полученные результаты в виде расчета на ЭВМ;
- анализ и выводы по результатам расчета.

Защита лабораторной работы считается успешной при полном ответе на заданные преподавателем вопросы, знании теоретической части и выполнении работы.

1 Лабораторная работа №1. Исследование режимов работы электропередачи 220 кВ

Цель работы: в работе исследуется режим холостого хода линии, а также проверяются законы изменения напряжения и потерь мощности в электропередаче в зависимости от мощности нагрузки.

1.1 Схема исследуемой электропередачи

Исследуются режимы работы двухцепных линий электропередачи с понижающими трансформаторами в конце линии (рисунок 1.1).

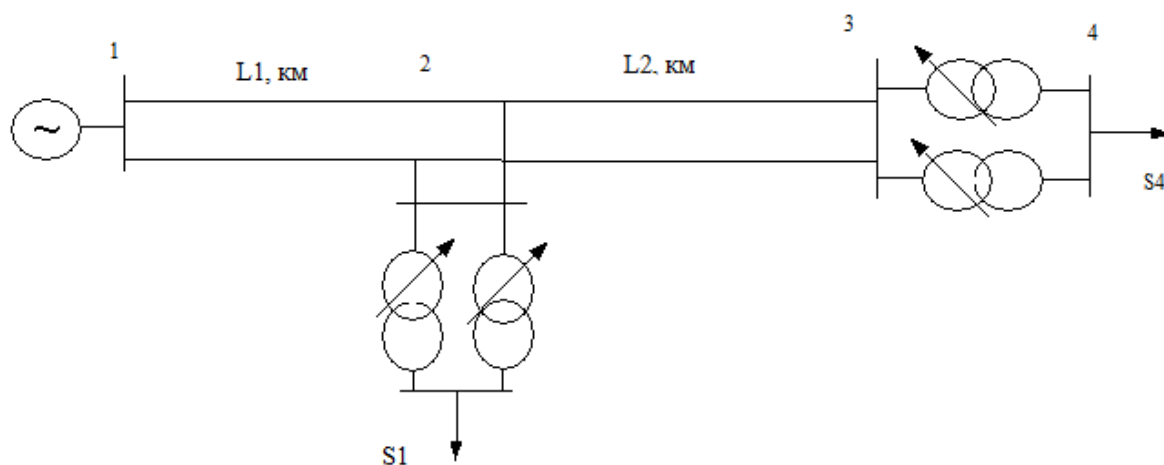


Рисунок 1.1

1.2 Подготовка и содержание работы

а) Изучить необходимый теоретический материал по дисциплине «Передача электрической энергии». Ознакомиться с инструкцией работы программы «RASTR».

б) Для исследуемой электропередачи по варианту исходных данных, приведенных в таблице 1.1 рассчитать параметры линий, выбрать трансформаторы и рассчитать их параметры.

в) Составить схему замещения электропередачи.

г) Провести расчеты режима холостого хода, расчеты при изменении активной нагрузки при $\text{tg}\varphi = 0$, а также выяснить влияние $\text{tg}\varphi_2(Q)$ на режим напряжения в конце линии при постоянном напряжении в начале и постоянной активной мощности нагрузки. Предполагается, что $\text{tg}\varphi_2$ изменяется в пределах от $\text{tg}\varphi_2 = -1$ до $\text{tg}\varphi_2 = 1$.

д) По результатам расчетов режимов построить зависимости напряжения в конце линии, потерь активной мощности, а также КПД электропередачи в функции $\text{tg}\varphi_2$.

1.3 Порядок выполнения работы

1.3.1 Ввести подготовленные расчетные данные в память ЭВМ (в соответствии с инструкцией программы «RASTR»).

1.3.2 Провести расчеты режима холостого хода. Получить результаты расчета и списать их с экрана компьютера. Построить векторную диаграмму.

1.3.3 Провести расчеты при изменении активной мощности нагрузки и при $\text{tg}\varphi_2=0$. (Мощность нагрузки изменять в пределах $1.0P_2$ и $0P_4$; $0.8P_2$ и $0,8P_4$; $0.6P_2$ и $0,6P_4$; $0.4P_2$ и $0,4P_4$). Напряжение в начале линии поддерживается постоянным. Получить результаты расчета и списать их с экрана компьютера. Построить зависимости $U_2 = f(P_2)$, $\Delta P = f(P_2)$.

1.3.4 Провести расчеты режима электропередачи при изменении величины и характера реактивной мощности нагрузки при постоянной активной мощности и постоянном напряжении в начале линии. (Реактивную мощность нагрузки изменять в пределах от $1.0Q_2$ и $0Q_4$; $0.80Q_2$ и $0.8Q_4$; $0.6Q_2$ и $0.6Q_4$; $0.4Q_2$ и $0.4Q_4$ до $-1.0Q_2$ и $-1.0Q_4$; $-0.8Q_2$ и $-0.8Q_4$; $-0.6Q_2$ и $-0.6Q_4$; $-0.4Q_2$ и $-0.4Q_4$). Построить зависимости $U_2 = f(\text{tg}\varphi_2)$, $\Delta P = f(\text{tg}\varphi_2)$. Выяснить влияние изменения реактивной мощности на КПД линии. Построить зависимость $\eta = f(\text{tg}\varphi_2)$.

1.3.5 Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Таблица 1.1- Исходные данные к выполнению работы

№ вар	L_1 , км	L_2 , км	Марка провода участков L_1 и L_2	Нагрузка S_1 , МВА	Нагрузка S_4 , МВА
1	100	100	АС 400/51	70+j40	70+j40
2	100	90	АС 300/39	50-j20	110+j60
3	80	100	АС 300/39	45-j15	90+j40
4	170	50	Ас 240/32	70+j35	70+j35
5	160	80	АС 300/39	50-j20	100+j50
6	100	50	АС 240/32	60-j20	80+j30
7	140	75	АС 240/32	30+j15	90+j40
8	130	80	АС 240/32	65+j25	120+j60

1.4 Контрольные вопросы

1.4.1 Какие схемы замещения применяются для воздушных и кабельных линий?

1.4.2 Какие схемы замещения применяются для трансформаторов и автотрансформаторов?

1.4.3 Как рассчитываются параметры схемы замещения воздушных и кабельных линий?

1.4.4 Как рассчитываются параметры схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов?

1.4.5 Какие параметры вводятся в таблицу “Узлы” программы “Rastr”?

1.4.6 Какие параметры вводятся в таблицу “Ветви” программы “Rastr”?

1.4.7 В чем состоит различие между падением и потерей напряжения? Проиллюстрируйте это различие с помощью векторной диаграммы напряжений?

1.4.8 От какой составляющей в большей степени зависит изменение напряжения от активной или реактивной мощностей?

2 Лабораторная работа №2. Режимы работы замкнутых электрических сетей

Цель работы: в данной работе исследуются режимы работы линии с двусторонним питанием. Рассматривается баланс и потокораспределение активных и реактивных мощностей, режим напряжений в сети при различных условиях ее работы.

2.1 Схема исследуемой сети

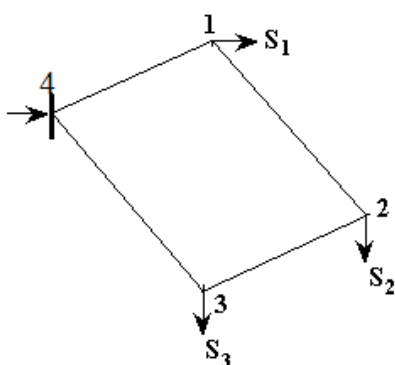


Рисунок 2.1

2.2 Подготовка и содержание работы

- а) Изучить необходимый теоретический материал.
- б) В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 2.1, определить параметры участков линий рассматриваемой сети.
- в) Составить схему замещения замкнутой сети.
- г) Определить распределение активных и реактивных мощностей на участках сети и определить уровни напряжения в узлах нагрузки при равенстве напряжений в питающих узлах. Найти точку раздела мощности.
- д) Определить распределение активных и реактивных мощностей на участках сети и напряжения в нагрузочных узлах в послеаварийном режиме.

2.3 Порядок проведения работы

- 2.3.1 Ввести подготовленные расчетные данные в память ЭВМ.
- 2.3.2 Провести расчет нормального режима при равенстве напряжений в питающих узлах. Получить результаты режима работы сети и списать их с экрана компьютера.
- 2.3.3 Провести расчет послеаварийного режима (отключается наиболее загруженный головной участок сети). Получить результаты режима работы сети и списать их с компьютера.
- 2.3.4 Результаты расчетов нанести на схему сети. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

2.4 Контрольные вопросы

- 2.4.1 Какие сети называются сетями замкнутыми?
- 2.4.2 Как осуществляется подготовка расчетных данных для программы «Rastr»?
- 2.4.3 Как построить эпюру напряжений в сети с двухсторонним питанием?
- 2.4.4 Как построить векторную диаграмму напряжений для линий 220 кВ с тремя нагрузками вдоль нее?
- 2.4.5 Как рассчитывается режим работы электрических сетей, если напряжения в источниках питания одинаковые?
- 2.4.6 Как рассчитывается режим работы электрических сетей, если напряжения в источниках питания неодинаковые?
- 2.4.7 Как определить наибольшую потерю напряжения в линии с двухсторонним питанием в нормальном режиме?
- 2.4.8 Как определить наибольшую потерю напряжения в линии с двухсторонним питанием в послеаварийном режиме?

Таблица 2.1- Исходные данные для выполнения работы

№ ва р	U _н , кВ	Длина участков, км				Марка провода				Нагрузка, МВА		
		4-1	1-2	2-3	3-4	4-1	1-2	2-3	3-4	S ₁	S ₂	S ₃
1	220	50	40	60	50	АС 300/39	АС 240/32	АС 240/32	АС 300/39	90+j50	100+j60	80+j50
2	220	40	50	55	45	АС 300/29	АС 240/32	АС 240/32	АС 300/39	110+j60	90+j50	100+j60
3	220	45	40	35	40	АС 240/32	АС 240/32	АС 240/32	АС 240/32	80+j40	70+j40	85+j 45
4	110	30	25	35	30	АС 150/24	АС 120/19	АС 70/11	АС 150/24	30+j15	25+j15	35+j20
5	110	25	20	25	20	АС 120/19	АС 95/16	АС 95/16	АС 120/19	40+j20	30+j 15	35+j 20
6	110	30	25	35	20	АС 95/16	АС 70/11	АС 70/11	АС 95/16	20+j10	25+j12	20+j12
7	220	60	55	50	60	АС 300/39	АС 240/32	АС 240/32	АС 300/39	120+j60	100+j55	110+j60
8	220	50	40	45	55	АС 240/32	АС 240/32	АС 240/32	АС 240/32	80+j 45	70+ j30	85+j 50

3 Лабораторная работа №3. Исследование режимов работы сложно-замкнутых сетей

Цель работы: провести исследование режимов работы сложно-замкнутой сети. Определить потокораспределение активных и реактивных мощностей и уровни напряжений в узловых точках сети.

3.1 Схема исследуемой сети

Каждый участок сети представляется П-образной схемой замещения. Параметры линий, напряжения источников питания и мощности нагрузок задаются преподавателем.

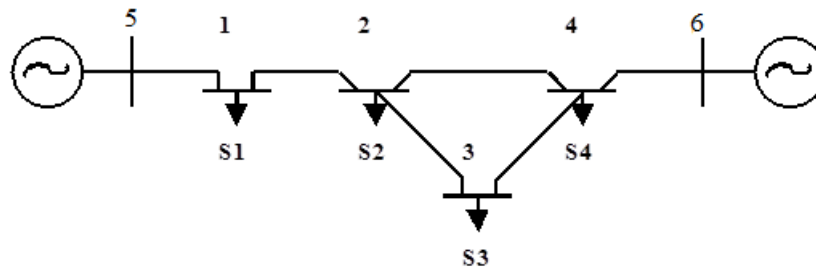


Рисунок 3.1

3.2 Подготовка и содержание работы

- а) Изучить необходимый теоретический материал.
- б) В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 3.1, определить параметры участков сети.
- в) Составить схему замещения сложно-замкнутой сети.
- г) Определить распределение активных и реактивных мощностей по участкам сети и найти уровни напряжения в нагрузочных узлах в нормальном режиме.
- д) Определить распределение активных и реактивных мощностей и уровни напряжения в узлах нагрузки в послеаварийном режиме.

3.3 Порядок проведения работы

- 3.3.1 Ввести подготовленные расчетные данные в память ЭВМ.
- 3.3.2 Провести расчет нормального режима сложно-замкнутой сети. Получить результаты расчета и списать их с экрана компьютера.
- 3.3.3 Провести расчет послеаварийного режима (отключается наиболее загруженный головной участок сети).
- 3.3.4 Результаты расчетов нанести на схему сети. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Таблица 3.1 - Исходные данные для выполнения работы

№ ва р	U _н , кВ	Длина участков, км						Мощность нагрузки, МВА			
		5-1	1-2	2-3	2-4	4-3	6-3	S1	S2	S3	S4
1	220	50	60	40	35	45	40	40+j20	35+j15	45+j20	30+j18
2	220	45	55	60	50	40	35	50+j25	45+j20	50+j20	30+j10
	110	25	30	20	25	15	20	25+j10	15+j8	20+j12	25+j15
4	110	20	25	15	20	25	20	15+j7	20+j10	25+j12	15+j6
5	110	20	15	25	18	14	23	25+j12	20+j8	25+j10	15+j10
6	110	30	22	25	20	25	18	20+j10	25+j12	18+j10	20+j8
7	220	60	55	45	50	40	35	60+j35	50+j30	45+j20	55+j25
8	220	55	60	50	55	45	40	65+j40	60+j30	55+j30	45+j 25

Примечание- Принять условие равенства сечений проводов на всех участках сети. Для вариантов с U_н= 110 кВ принять сечение АС 120/19, для вариантов с U_н = 220 кВ принять сечение АС 240/32.

3.4 Контрольные вопросы

- 3.4.1 Какие сети называются сетями сложно-замкнутыми?
- 3.4.2 Как осуществляется перенос нагрузки в сложно-замкнутых сетях?
- 3.4.3 Какая разница в расчете распределения мощностей в линии с двухсторонним питанием без учета и с учетом потерь мощности?
- 3.4.4 Как рассчитываются потери мощности в воздушных линиях?
- 3.4.5 Как рассчитываются потери мощности в трансформаторах?
- 3.4.6 Как определяется эквивалентное сопротивление?
- 3.4.7 В каком случае возникает уравнивающий ток и как он учитывается при расчёте сложно-замкнутой сети?
- 3.4.8 Как рассчитываются потоки мощности на головных участках сети с двухсторонним питанием? И как находятся точки потоко раздела мощностей?

4 Лабораторная работа №4. Регулирование напряжения в электрических сетях

Цель работы: в работе рассматриваются требования к режиму напряжения в электрических сетях. Проводится анализ технических показателей сети при использовании различных средств регулирования напряжения.

4.1 Схема исследуемой электропередачи

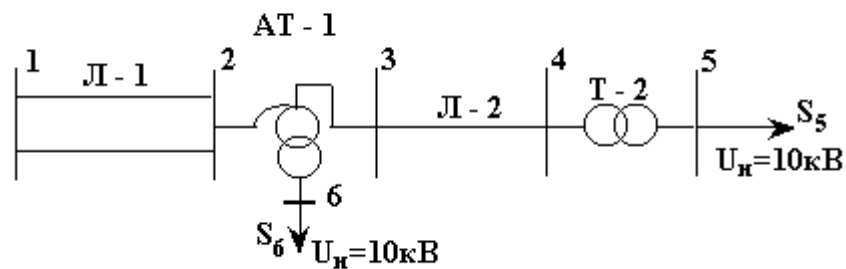


Рисунок 4.1

Параметры линий и трансформаторов, мощности нагрузок задаются преподавателем.

4.2 Подготовка и содержание работы

- а) Изучить необходимый теоретический материал.
- б) В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 4.1, определить параметры линий и трансформаторов.

в) Составить схему замещения электропередачи.

г) Не применяя средств регулирования определить напряжения и мощности в соответствующих точках сети при максимальном и послеаварийном режимах работы. Определить потери активной мощности в линиях и трансформаторах.

д) Изменяя коэффициент трансформации трансформаторов получить желаемые или близкие к ним напряжения на шинах 10 кВ подстанции.

е) Изменяя коэффициент трансформации трансформаторов и устанавливая БСК, получить желаемые напряжения на шинах 10 кВ.

4.3 Порядок выполнения работы

4.3.1 Ввести подготовленные расчетные данные в память ЭВМ.

4.3.2 Провести расчет максимального и минимального режимов без применения средств регулирования напряжения. Получить результаты расчета и списать их с экрана компьютера.

4.3.3 Провести расчет режима при изменении коэффициента трансформации трансформаторов.

4.3.4 Провести расчет режима при изменении коэффициентов трансформации трансформаторов и установкой БСК. При этом рассмотреть два случая:

а) БСК установлены в узле 6.

б) БСК установлены в узлах 5 и 6.

4.3.5 Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о влиянии различных способов регулирования напряжения на величину потерь активной мощности в элементах электрической сети.

4.4 Контрольные вопросы

4.4.1 Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты?

4.4.2 Какова связь между балансом реактивной мощности и регулированием напряжения?

4.4.3 Какие потребители и источники реактивной мощности имеются в энергосистемах и каковы их характеристики?

4.4.4 Какие компенсирующие устройства применяются в энергосистемах и каковы их основные свойства?

4.4.5 Что такое встречное регулирование напряжения?

4.4.6 Как пояснить возможность или не возможность осуществления регулирования встречного регулирования трансформаторами с РПН?

4.4.7 Как осуществляется продольное и поперечное регулирование напряжения?

4.4.8 Какие устройства применяются для регулирования напряжения изменением потоков реактивной мощности сети и каковы соответствующие векторные диаграммы напряжений и токов?

4.4.9 В чем состоит регулирование напряжения изменением сопротивления сети? Какие при этом применяются устройства?

Таблица 5.1- Исходные данные для выполнения работы

№ ва р	Л-1	L, км	Чис ло цепе й	Л – 2	L, км	Чис л цеп ей	Автотрансф орматор АТ - 1	Трансформатор Т -2	Число транс форма торов	Нагрузка, МВА	
	марка проводов			марка проводов						S ₅	S ₆
1	АС 300/39	50	2	АС 70/11	10	2	АТДЦТН- 200000/220	ТРДН-40000/110	2	60+j35	50+j25
2	АС 240/32	50	2	АС 120/19	15	1	--«---«---«--	ТРДН-40000/110	1	30+j20	40+j20
3	АС 300/39	40	2	АС 95/16	20	2	-----	ТРДН-25000/110	2	40+j18	48+j23
4	АС 240/32	65	2	АС 150/24	8	1	-----	ТРДН- 63000/110	1	50+j25	45+j25
5	АС 300/39	55	2	АС 120/19	12	2	-----	ТРДН- 63000/110	2	100+j60	55+j30
6	АС 240/32	45	2	АС 70/11	22	2	-----	ТРДН- 25000/110	1	20+J12	35+j20
7	АС 240/32	35	2	АС 95/16	25	2		ТРДН- 25000/110	2	35+j20	50+j30
8	АС 300/39	45	2	АС 150/24	20	1		ТРДН- 63000/110	1	45+j 25	40+j20

Приложение А

Расчет рабочих режимов выбранных вариантов сети при помощи программы RASTR

Комплекс программ Rastr предназначен для расчета и анализа установившихся режимов электрических систем на ПЭВМ IBM PC и совместимых с нею. Rastr позволяет производить расчет, эквивалентирование и утяжеление режима, обеспечивает возможности экранного ввода и коррекции исходных данных, быстрого отключения узлов и ветвей схемы, имеет возможности районирования сети, также предусмотрено графическое представление схемы или отдельных ее фрагментов вместе с практически любыми расчетными и исходными параметрами.

А.1 Запуск Rastr

rastr - с загрузкой последней схемы
rastr - <имя> - с загрузкой файла <имя>;
rastr - с восстановлением рабочего файла.

А.2 Главное меню

После загрузки Rastr Вы попадаете в главное меню комплекса, в котором отображаются основные команды. Для перемещения по меню используйте:

А) Клавиши перемещения курсора, <ENTER> для входа в выбранную команду, <ESC> - для выхода.

Б) Функциональные клавиши – нажатие клавиши Alt одновременно с выделенной цветом буквой горизонтального меню приводит к попаданию в это меню, где бы Вы не находились. Нажатие выделенной цветом буквы вертикального меню приводит к началу выполнения этой команды (используйте клавиши, на которые нанесены русские (!) буквы независимо от кириллицы и регистра). Например: ALT Д /В/У – приведет к попаданию в таблицу «узлы» из любого места программы. Клавиши F1- F10 используются для выполнения команд, не входящих в меню, справка по ним последняя строка экрана, справка по клавишам Alt F1- F10 может быть получена путем нажатия клавиши Alt.

В) Мышь используется двухкнопочная мышь с инверсивным курсором (место выделенное цветом), перемещение курсора мыши и нажатие левой клавиши мыши приводит к перемещению программного курсора в заданное место, быстрое двойное нажатие левой клавиши (“клик”) приводит к выполнению выбранной команды (аналогично ENTER), нажатие левой клавиши в последней строке экрана приводит к выполнению

соответствующей команды (в зависимости от нажатия кнопки Alt). Правая клавиша мыши используется как клавиша Esc.

Работа с мышью имеет свои особенности в экранном редакторе и выдаче результатов.

В первую строку экрана помещаются сообщения об ошибках и предупреждения, если они есть. Информация о текущем файле имеет вид:

<kod>-<v>-<текст> (Y/N)

где kod – имя модуля, выдавшего сообщение;

v – вид сообщения

W – предупреждение;

E – ошибка;

F – фатальная ошибка.

При появлении сообщений, заканчивающихся (Y/N), необходимо ввести Y, если Вы согласны, или любую другую клавишу в противном случае.

Во всех случаях в программе действует система контекстной подсказки, для активизации которой необходимо нажать F1, для выдачи оглавления подсказки необходимо нажать F1 повторно.

При выполнении некоторых команд от Вас требуется ввести дополнительную информацию (имя файла, каталога и пр.), во всех случаях Вы можете управлять вводом с помощью клавиш перемещения курсора, а также

Ins – Вставить пробел.

Del – Удалить символ над курсором.

Bs – Удалить символ перед курсором.

Ctrl^ Bs – удалить весь текст.

Home – Курсор в начало.

End – Курсор в конец.

1) Функциональные клавиши главного меню:

F1 - HELP, повторно - оглавление HELP.

F2 - сохранить режимный файл.

F3 - загрузить режимный файл.

F4 - изменить текущий диск.

F5 - изменить текущий каталог.

F6 - изменить видеорежим – позволяет переключить стандартный видеорежим (25 строк экрана) на режим EGA (43 строки), VGA (50 строк) и обратно,

F7 - ввести название текущей схемы,

F8 - ввести пароль для ограничения доступа к файлам,

F9 - установить атрибуты для текущей схемы (после изменения атрибутов ее необходимо сохранить), атрибуты значимы только при работе с

паролем. Атрибут «Чтение» - все пользователи с другим паролем не могут записывать этот файл.

«Скрыть» - файл недоступен для пользователей с другим паролем.

«Нормально» - доступен для чтения и записи всем пользователям.

Установка атрибутов не влияет на DOC- атрибуты файлов.

F10 - Закончить работу Rastr.

ALT F10 - отобразить расширенный протокол.

При выполнении команд F2, F3 имя файла вводится без расширения в соответствии с MS DOS правилами (от одного до восьми символов). Имя может содержать маску (символы* ?), в этом случае на экране появляется информация о режимных файлах, соответствующих выбранной маске и содержащихся в рабочем каталоге. С помощью клавиш управления курсором можно выбрать необходимый и загрузить (ENTER) или удалить (Del).

Характеристики загруженного файла высвечиваются в первой строке экрана и содержат следующую информацию: имя файла, название схемы, число узлов, ветвей, районов, размер в килобайтах, дату и время создания.

Для сохранения загруженного (рабочего) файла в рабочем каталоге необходимо нажать F2 и при необходимости переименовать.

Расширенный протокол (Alt F10) доступен из любого места программы и содержит подробную информацию о результатах выполнения команд.

А.3 Команда «Данные»

Обеспечивает всевозможные операции с исходными данными.

А.3.1 Подкоманда «Ввод/Кор»

Производит экранный ввод, коррекцию, отображение исходных данных. После ввода этой подкоманды Вам необходимо выбрать тип интересующего объекта «Узлы», «Ветви», «Районы», «Полиномы» и нажать ENTER, и вы попадаете в соответствующую таблицу.

TAB – следующий столбец;

Shift TAB – предыдущий столбец;

PGDN – лист вперед;

PGUP – лист назад;

Ctrl PGUP – начало таблицы;

Ctrl PGDN – конец таблицы.

В таблицах левая кнопка мыши используется для перемещения курсора в нужную позицию, продолжительное нажатие левой кнопки в одном из краев экрана приводит к перемещению экрана вверх, вниз, влево, вправо, в зависимости от положения курсора мыши. Действие правой кнопки можно задать в соответствии с меню (Alt F7).

А.3.2 Функциональные клавиши:

F2 – Переключатель режима коррекция/просмотр, в режиме просмотр заблокированы все средства коррекции.

F3 – Переход в меню атрибуты столбцов, в этом меню можно с помощью переключателя Ins изменить видимость любого поля на экране, а Del позволяет зафиксировать любой столбец экрана. ENTER – для изменения ширины колонки и точности отображения чисел в ней; Esc – выход из меню; позволяет зафиксировать любой столбец экрана. ENTER – для изменения ширины колонки и точность отображения чисел в ней; Esc – выход из меню.

F4 – Поиск узла или ветви.

F5 – Назначить/отменить базисный узел.

F6 – Включить/отключить выбранный узел или ветвь.

F7 – Отметить/снять отметку /строку.

F8 – Вставить пустую строку.

F9 – Дублировать строку.

F10 – Выйти из таблицы.

Alt F1 – групповое задание параметров узлов и ветвей, маркер должен быть установлен в тот столбец, элементы которого предполагается корректировать. Строка ввода должна иметь вид:

<выборка> =[знак]<значение>, где выборка – номера и/или диапазоны номеров узлов, номера разделяются запятыми, а диапазоны – тире.

Знак + - добавить к предыдущему значению параметра;

* - умножить предыдущее значение параметра;

/ - разделить предыдущее значение параметра.

\ - обратное деление (разделить на предыдущее значение параметра);

При отсутствии знака параметр устанавливается в задание.

Примеры: 10, 20, 100 - 200, 56=100 – параметры в узлах 10, 20, 56 и в диапазоне от 100 до 200 устанавливаются равными 100.

10,20,100-200=*1.2 параметры в узлах умножаются на 1.2.

При работе с ветви, чтобы ветвь попала в область коррекции, достаточно, чтобы один из узлов, ее связывающих попал в выборку.

Alt F2 – Групповая коммутация или отметка узлов и ветвей - предварительно появляется меню коммутации (аналогично Alt F5), в котором необходимо выбрать требуемую коммутацию, затем меню выборки, в котором необходимо задать требуемую выборку.

Alt F3 – Установка желаемых цветов текстового редактора. При установке цветов желательно, чтобы все возможные комбинации цветов (отключение, отметка, базисный) находились на экране, цвета сохраняются вместе с файлом;

Alt F5 – Меню коммутации позволяет производить сложные коммутации узлов и ветвей .

Для узлов допустимы: отключение шунтов на землю, отключение генерации и нагрузка, отключение пределов регулирования Q (узел

становится балансирующим по реактивной мощности), отключение узла со всеми подходящими линиями, а также любая комбинация отключений.

Для ветвей допустимы: отключение ветви в начале, в конце, полное отключение ветви.

Alt F7 – Вывести на печать текущую таблицу . Выводятся только видимые столбцы (меню F3), в соответствии с заданной максимальной шириной печати (задается при конфигурации).

Alt F8 – Удалить строку таблицы.

Alt F9 – задать выполняемую функцию для правой кнопки мыши, появляется меню, в котором можно выбрать одну из функций: поиск, вкл./откл., отметить/ снять отметку, вставить строку.

Alt F10 – Отобразить расширенный протокол.

Esc – Выход в предыдущее меню.

А.3.3 Формат данных

1) Узлы

Район – номер района, к которому относится узел [1-255];

Номер – номер узла [1-255];

N – номер стат. характеристики [0-32000];

0-не задана 1,2 – стандартны (защиты в программу);

3-32000 – задаются пользователем в таблице «Полиномы»;

Название – название узла [0-12 символов];

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение или модуль напряжения;

$P_{\text{наг}}, Q_{\text{наг}}$ – мощность нагрузки;

$P_{\text{ген}}, Q_{\text{наг}}$ – мощность генерации;

$Q_{\text{min}}, Q_{\text{max}}$ – пределы генерации реактивной мощности, в узле фиксируется модуль, если $Q_{\text{min}} < Q_{\text{max}}$;

$G_{\text{шунт}}, B_{\text{шунт}}$ – проводимость шунта на землю (мкСим);

V, Δ – модуль и угол напряжения (имеет смысл изменять только для базисных узлов);

$X_{\text{Г}}$ – сопротивление генератора (зарезервировано для дальнейшего использования).

2) Ветви

$N_{\text{нач}}, N_{\text{кон}}$ – номера узлов, ограничивающих линию;

$N_{\text{п}}$ – номер параллельной;

R, X – сопротивление;

GB – проводимости (мкСим), для ЛЭП – полная проводимость шунтов П-образной схемы ($B < 0$), для трансформатора - проводимость шунта Γ - образной схемы ($B < 0$);

$K_{\text{ТВ}}, K_{\text{ТМ}}$ – вещественная и мнимая составляющая коэффициента трансформации;

Сопротивление ветви должно быть приведено к напряжению $U_{нач}$, а коэффициент трансформации определяется как отношение $U_{кон}/U_{нач}$.

При задании ветви с нулевыми сопротивлениями она воспринимается как выключатель.

3) Районы

Номер – номер района;

Название – название [0-12 символов];

$d_{РН}$, d_{QH} , $d_{РГ}$ – коэффициенты, на которые умножаются соответствующие мощности района (исх. данные не меняются, расчет и результаты выполняются с учетом этих коэффициентов)

4) Полиномы

СХН – номер схн;

P_0, P_1, P_2, P_3 – коэффициенты полинома активной мощности нагрузки;

Q_0, Q_1, Q_2, Q_3 – коэффициенты полинома реактивной мощности нагрузки;

Полиномы могут быть заданы коэффициентами вплоть до четвертой степени.

Полиномы стандартных СХН имеют вид:

$N=1,2 \quad P_0=0,83 \quad P_1=0,3 \quad P_2=0,47$

$N=1 \quad Q_0=3,7 \quad Q_1=7 \quad Q_2=4,3$

при $0,815 < U/U_{ном} < 1,2$

$N=2 \quad Q_0=4,9 \quad Q_1=10,1 \quad Q_2=6,2$

при $0,815 < U/U_{ном} < 1,2$

$N=1,2 \quad Q_0=1,49$

при $U/U_{ном} > 1,2$

$N=1 \quad Q_0=0,721 \quad Q_1=0,158$

при $U/U_{ном} < 0,815$

$N=2 \quad Q_0=0,657 \quad Q_1=0,158$

при $U/U_{ном} < 0,815$

А.3.4 Подкоманда Контроль

Производит проверку схемы на наличие узлов без связей, связей без узлов, узлов, не связанных с базой. Все такие объекты отключаются. Также контролируется соответствие коэффициентов трансформации номинальным напряжениям узлов.

При необходимости контроль автоматически производится при выполнении расчетов.

Информация о результатах контроля заносится в расширенный протокол, доступный в любое время по нажатию Alt10.

А.4 Команда Результаты

А.4.1 Подкоманда Узлы

Результаты расчета по форме, аналогичной ПЕЧ Р КУРСа. При просмотре таблицы Вы можете пользоваться клавишами PGUP, PGDN; для листания таблицы вперед и назад по страницам, стрелками для перемещения по одному узлу. На экране всегда показываются все связи узла (если они не умещаются на экране, узел не показывается целиком). Для прямого перехода на интересующий Вас узел необходимо набрать его номер и нажать ENTER (номер узла высвечивается на первой строке экрана), если узла с таким номером нет, перемещение не произойдет. Для перехода на начало таблицы необходимо нажать Ctrl^PGUP, для перехода на конец - Ctrl^PGDN. При задании номера района в поле Район=отображаются только узлы, входящие в данный район, межсистемные линии отображаются другим цветом, поиск узла осуществляется только в заданном районе. Для перехода на режим просмотра необходимо стереть номер района и нажать ENTER.

Для просмотра только отмеченных узлов необходимо нажать F9, повторное нажатие – вся схема;

Правая кнопка мыши используется для быстрого перехода от одного узла к другому, нажатие её в строке, содержащей номер узла (даже если это линия), приведет к появлению узла со связями на экране.

Функции печати.

F7 – печать информации об одном узле (узел с номером, указанным в первой строке экрана);

F8 – выборочная печать. После нажатия F8 производится запрос списка узлов выборочной печати (номера узлов разделяются запятыми, а диапазоны – тире). Для выполнения команды после ввода списка необходимо нажать ENTER, а для отказа от выполнения – Esc. Введенный список сохраняется при дальнейшей работе, его можно корректировать с помощью стандартных ключей. Следует иметь в виду, что этот список совпадает со списком узлов, используемым при утяжелении режима.

Дополнительные функции:

F3 – переход в таблицу Районы;

F4 – переход в таблицу Потери;

А.4.2 Подкоманда Потери

Предназначена для вывода структурного анализа потерь активной и реактивной мощности по заданному району или по всей сети.

Для печати таблицы – F8.

Дополнительные функции:

F2 – переход в таблицу Узлы;

F3- переход в таблицу Районы.

Список литературы

- 1 Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы: Учебное пособие. – АУЭС. Алматы, 2010.
- 2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.
- 3 Костин В.Н. Электропитающие системы и электрические сети: Учебное пособие.- СПб.:Изд-во СЗТУ, 2007.
- 4 Герасименко А.А. Электрические системы и сети. Расчеты параметров и режимов работы электрических сетей. – Красноярск: КТТУ, 2006.

Содержание

Введение.....	3
Подготовка и порядок выполнения работы.....	3
Защита лабораторной работы.....	3
1 Лабораторная работа №1.....	4
2 Лабораторная работа №2.....	6
3 Лабораторная работа №3	9
4 Лабораторная работа №4.....	11
Приложение А.....	14
Список литературы	21

Генбач Наталья Алексеевна
Кноль Ольга Александровна

ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
(для студентов специальности 5В071800 “Электроэнергетика”)

Редактор Л.Т.Сластикова
Подписано в печать
Тираж 130 экз.
Объем 1,3 уч. из 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, ул. Байтурсынова, 126