



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

Кафедра электрических
станций и электроэнергетических
систем

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов 5В071800 – Электроэнергетика

Алматы 2018

СОСТАВИТЕЛИ: Ж.К.Оржанова, Н.А.Генбач. Электрические сети и системы. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2018. – 12 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электрические сети и системы», содержат: задания, методические указания и варианты контрольных вопросов, а также список необходимой литературы.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения специальности 5В071800 – Электроэнергетика.

Ил.4, табл.4, библиогр. – 4 назв.

Рецензент: Тергемес К.К.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2018г.

©НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2018г.

Введение

Курс «Электрические станции, сети и системы» является одним из основополагающих в общепрофессиональной подготовке студентов по направлению электроэнергетических специальностей.

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:

- 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. 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.

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 двухцепной линии электропередачи с понижающими трансформаторами в конце линии (рисунок 1). Параметры линий и трансформаторов, мощности нагрузки задаются преподавателем по таблице 1.

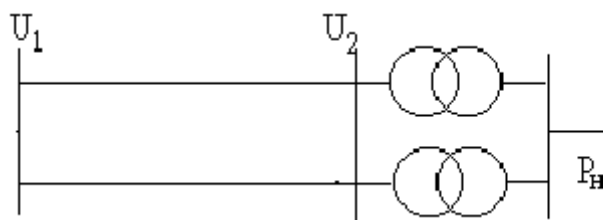


Рисунок 1- Схема исследуемой электропередачи

1.2 Подготовка и содержание работы

1.2.1 Изучить необходимый теоретический материал по дисциплине «Электрические сети и системы». Ознакомиться с инструкцией работы программы «RASTR».

1.2.2 Для исследуемой электропередачи по варианту исходных данных, приведенных в таблице 1.1, рассчитать параметры линий и трансформаторов.

1.2.3 Составить схему замещения электропередачи

1.2.4 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 $\text{tg}\varphi_2 = 1$.

1.2.5 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 $1.0P_2; 0.8P_2; 0.6P_2; 0.4P_2$. 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 $1.0Q_2; 0.8Q_2; 0.6Q_2; 0.4Q_2$ до $-1.0Q_2; -0.8Q_2; -0.6Q_2; -0.4Q_2$). Построить зависимости $U_2 = f(\text{tg}\varphi_2)$, $\Delta P = f(\text{tg}\varphi_2)$. Выяснить влияние изменения реактивной мощности на к п д. линии. Построить зависимость $\eta = f(\text{tg}\varphi_2)$.

1.3.5 Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Т а б л и ц а 1- Исходные данные к выполнению работы

№ Вар	L, км	Марка провода	Тип трансформатора	Нагрузка МВА
1	150	АС 240/32	ТРДН- 40000/220	80+j30
2	160	АС 240/39	ТРДЦН – 63000/220	90+j40
3	180	АС 300/39	ТРДЦН – 63000/220	120+j60
4	190	АС 400/51	ТДЦ – 80000/220	140+j70
5	200	АС 500/64	ТРДЦН –100000/220	150+j80
6	130	АС 240/32	ТРДЦН – 63000/220	80+j30
7	140	АС 240/39	ТРДН- 40000/220	90+j40
8	170	АС 300/39	ТДЦ – 80000/220	110+j 60

1.4 Контрольные вопросы

1.4.1 Что определяет режим холостого хода ЛЭП? Почему напряжение в конце линии превышает напряжение в ее начале?

1.4.2 К каким изменениям векторных диаграмм токов и напряжений электропередачи приводит увеличение нагрузки на ее приемном конце?

1.4.3 Какова основная задача расчета и анализа установившегося режима устройств передачи электрической энергии?

1.4.4 Как представляется электрическая сеть при расчете установившихся режимов? Какие данные необходимы для расчетов?

1.4.5 В чем состоит отличие понятий «потеря напряжения» и «падение напряжения»? Что называется продольной и поперечной составляющими падения напряжения, отклонением напряжения?

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

Для схемы, представленной на рисунке 2 согласно варианту, подготовить данные для расчета, рассмотреть баланс и потокораспределение активных и реактивных мощностей, режим напряжений в сети при различных условиях ее работы.

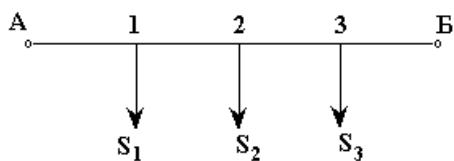


Рисунок 2

2.2 Подготовка и содержание работы

2.2.1 Изучить необходимый теоретический материал.

2.2.2 В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 2, определить параметры участков линий рассматриваемой сети.

2.2.3 Составить схему замещения замкнутой сети.

2.2.4 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.

2.2.5 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.

Т а б л и ц а 2- Исходные данные для выполнения работы

№ вар	U н кВ	Длина участков, км				Марка провода АС, сечением				Нагрузка, МВА		
		А-1	1-2	2-3	3-Б	А-1	1-2	2-3	3-Б	S ₁	S ₂	S ₃
1	220	50	40	60	50	240/39	240/32	240/32	240/39	80+j30	100+j60	90+j50
2	110	40	50	55	45	120/19	185/29	120/19	185/29	40+j20	30+j15	35+j20
3	220	55	40	40	60	240/39	300/39	300/39	240/39	90+j40	100+j55	120+j60
4	110	30	25	35	30	70/11	95/16	95/16	70/11	30+j15	25+j15	35+j20
5	220	60	55	50	60	400/51	300/39	300/39	400/51	120+j60	100+j60	80+j30
6	110	30	25	40	15	95/16	120/19	120/19	95/16	40+j25	25+j10	35+j20
7	220	50	40	45	55	500/64	400/51	400/51	500/64	140+j70	150+80	80+j30
8	110	45	40	35	40	150/24	185/29	150/24	185/29	30+j15	40+j20	25+j15

2.4 Контрольные вопросы

2.4.1 Из каких составляющих складывается баланс активных мощностей в электрической системе?

2.4.2 Как проводится расчет линий с двусторонним питанием при различающихся напряжениях источников питания?

2.4.3 Как выполняется расчет режима сети с двусторонним питанием, если точки потокораздела по активной и реактивной мощности не совпадают?

2.4.4 В каком случае возможно эквивалентирование параллельных линии на участках замкнутой сети.

2.4.5 Что такое точка потокораздела и как она выбирается?

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.

3.2 Подготовка и содержание работы

3.2.1 Изучить необходимый теоретический материал.

3.2.2 В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 3, определить параметры участков сети.

3.2.3 Составить схему замещения сложно-замкнутой сети (рисунок 3).

3.2.4 Определить распределение активных и реактивных мощностей по участкам сети и найти уровни напряжения в нагрузочных узлах в нормальном режиме.

3.2.5 Определить распределение активных и реактивных мощностей и уровни напряжения в узлах нагрузки в послеаварийном режиме.

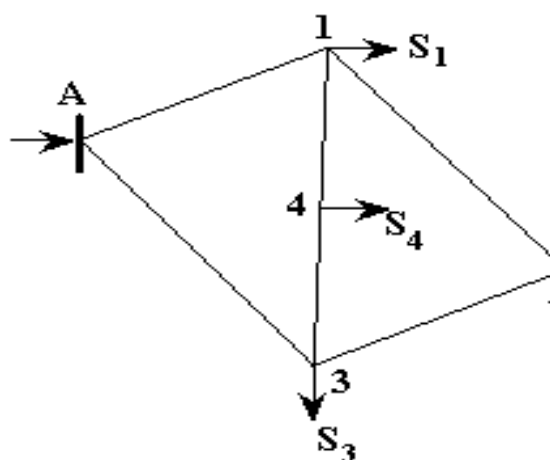


Рисунок 3 – Схема исследуемой сети

Т а б л и ц а 3 - Исходные данные для выполнения работы

№ вар	U _н , кВ	Длина участков, км						Мощность нагрузки, МВА			
		A-1	1-2	2-3	1-4	4-3	A-3	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
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
3	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	5	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+j25

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.

3.3 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.

3.4 Контрольные вопросы

3.4.1 Что такое сложно-замкнутая электрическая сеть?

3.4.2 Какие методы используются для расчета установившихся режимов сложно-замкнутых сетей?

3.4.3 В чем заключается метод постепенного преобразования сложной замкнутой сети?

3.4.4 Какие используются специальные операции в процессе преобразования сети?

3.4.5 В каком случае возможно эквивалентирование параллельных линии на участках замкнутой сети?

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

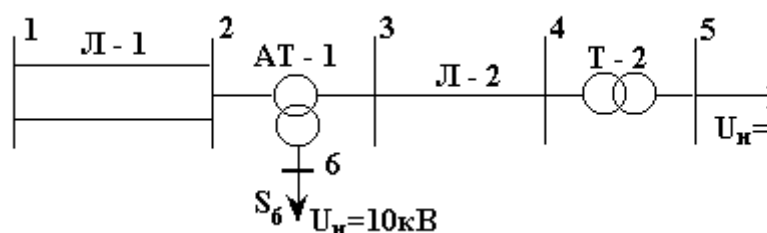


Рисунок 4

Параметры линий и трансформаторов, мощности нагрузок задаются преподавателем.

4.2 Подготовка и содержание работы

4.2.1 Изучить необходимый теоретический материал.

4.2.2 В соответствии с вариантом исходных данных, приведенных в таблице 4, определить параметры линий и трансформаторов.

4.2.3 Составить схему замещения электропередачи.

4.2.4 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.

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

4.2.6 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.

Т а б л и ц а 4 - Исходные данные для выполнения работы

№ вар	Л-1	L, км	Число цепей	Л-1	L, км	Число цепей	Автотр-р АТ - 1	Тр-гр Т -2
	марка пров			марка пров				
1	АС 300/39	50	2	АС 70/11	10	2	АТДЦТН-200000/220/110	ТРДН-40000/110
2	АС 240/32	50	2	АС 120/19	15	1	---«---«---	ТРДН-40000/110
3	АС 300/39	40	2	АС 95/16	20	2	---«---«---	ТРДН-25000/110
4	АС 240/32	65	2	АС 150/24	8	1	---«---«---	ТРДН- 63000/110
5	АС 300/39	55	2	АС 120/19	12	2	---«---«---	ТРДН- 63000/110
6	АС 240/32	45	2	АС 70/11	22	2	---«---«---	ТРДН- 25000/110
7	АС 240/32	35	2	АС 95/16	25	2	---«---«---	ТРДН- 25000/110
8	АС 300/39	45	2	АС 150/24	20	1	---«---«---	ТРДН- 63000/110

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

4.4.2 Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.

4.4.3 Как проводится регулирование напряжения изменением реактивной мощности в сети?

4.4.4 Как осуществляется регулирование напряжения изменением параметров сети?

4.4.5 Регулирование напряжения в сети изменением коэффициента трансформации трансформаторов.

Список литературы

- 1 Лыкин.А.В. Электрические системы и сети. Москва. Люкс. 2007.
- 2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.-720 с.
- 3 Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы. Конспект лекций. – АУЭС, 2015.
- 4 Оржанова Ж.К., Утешкалиева Л.Ш.Электрические сети и системы. Сборник задач к практическим занятиям для студентов специальности 5В071800-Электроэнергетика. – АУЭС, 2017.

Содержание

Введение.....	3
1 Лабораторная работа №1. Исследование режимов работы электропередачи 220 кВ.....	4
2 Лабораторная работа №2. Режимы работы замкнутых электрических сетей.....	6
3 Лабораторная работа №3. Исследование режимов работы сложно-замкнутых сетей.....	7
4 Лабораторная работа №4. Регулирование напряжения в электрических сетях.....	9
Список литературы.....	12
Содержание.....	12

Жанар Керимбековна Оржанова
Наталья Алексеевна Генбач

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов 5B071800 – Электроэнергетика

Редактор Л.Т.Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К.Молдабекова

Подписано	в	печать	Формат 60x84 1/16
«_____» _____			
2018г			
Тираж 15 экз			Бумага типографская
Объем 0,57 уч.изд.л			Заказ №_ Цена 230 тенге

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