

Министерство образования и науки Российской Федерации

Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

---

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

## **Электроэнергетические системы и сети**

Методические указания к лабораторным, практическим работам,  
самостоятельной подготовке

Каменск-Шахтинский

2015

УДК 621.311.1.016 (076.5)

Рецензент: кандидат физико-математических наук Овчинников Олег Станиславович.

Печатается по решению кафедры техники и технологии  
протокол № 3 от 06.10.2015г.

### **Хапёрская Ирина Михайловна**

**Электроэнергетические системы и сети.** Методические указания к лабораторным, практическим работам, самостоятельной подготовке / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2015.– 16 с.

В пособии приводятся указания к лабораторным и практическим работам, структура и содержание лабораторных и практических работ, методические указания к самостоятельной работе студентов.

Методические указания предназначены для студентов следующих направлений подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

УДК 621.311.1.016 (076.5)

© Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ:

	стр
Методические указания к лабораторным работам	4
Методические указания к практическим работам	9
Методические указания к самостоятельной работе	13
Литература	15

## Методические указания к лабораторным работам.

### Лабораторная работа №1.

*Моделирование параметров установившегося режима участка электрической сети.*

**Цель работы:** Выполнить инженерную оценку параметров установившегося режима участка трехфазной электрической сети традиционными методами, реализуемыми вручную и с помощью ЭВМ.

#### **Задание на лабораторную работу:**

На примере участка (звена) трехфазной электрической сети (линии электропередачи, трансформатора) с сопротивлением  $Z = R + jX$ , напряжением в начале звена и нагрузкой  $S_2 = P_2 + jQ_2$  в конце звена выполнить расчет параметров установившегося электрического режима (напряжения, мощностей, токов) на основе законов (соотношений) теории электрических цепей. Результаты ручного расчета сопоставить с параметрами режима, полученными на ЭВМ.

**Требование к отчету.** Отчет должен содержать:

1. Расчет параметров схемы замещения.
2. Расчет электрического режима участка сети при потреблении и генерации в схеме.
3. Файлы исходных данных и результатов расчета режимов на ЭВМ.
4. Таблицы с результатами расчета, сопоставления параметров режима, полученных вручную и на ЭВМ. Оценка погрешности расчета.
5. Схемы замещения участка цепи с параметрами электрического режима на ЭВМ при потреблении и генерации.
6. Векторные диаграммы мощности и напряжения, построенные в масштабе.
7. Анализ результатов работы.

### Лабораторная работа № 2.

*Анализ режимов ЛЭП. Моделирование ЛЭП П- и Т-образными схемами замещения*

**Цель работы:** Оценить влияние вида модели на расчётные

параметры электрического режима воздушных линий (ВЛ) 220, 330, 500 кВ и сравнить результаты ручного расчёта с результатами, полученными на ЭВМ.

**Задание на лабораторную работу:** На примере высоковольтной ЛЭП с сопротивлением  $Z = R + jX$ , проводимостью  $Y = G + jB$  и нагрузкой в конце  $S_2 = P_2 + jQ_2$  (рис. 2.1), представленной П-образной и Т-образной схемами замещения, рассчитать установившиеся электрические режимы (аналогично лабораторной работе № 1) и проанализировать, как влияет выбранная модель линии на расчёт и параметры её электрического режима.

#### **Требования к отчёту.**

Отчёт по лабораторной работе включает перечисленные ниже пункты для двух схем замещения (П-образной и Т-образной):

1. Схема замещения ЛЭП и расчёт её параметров.
2. Расчёт электрического режима (2 итерации) по расчётной схеме.
3. Файл исходных данных и результатов расчёта на ЭВМ.
4. Схема замещения электропередачи с параметрами электрического режима, выполненного на ЭВМ (потoki мощности и потери мощности в ветвях, значения напряжений в узлах, значения падения напряжения).
5. Векторные диаграммы мощности и напряжения.
6. Полученные результаты в форме табл. В работе приводят выводы и анализ результатов. В заключении делают обобщающий сравнительный вывод о влиянии схемы замещения на параметры электрического режима.

### **Лабораторная работа № 3.**

*Моделирование на ЭВМ нагрузок статическими характеристиками, шунтами (проводимостями) и неизменными мощностями*

**Цель работы:** Оценить точность расчёта электрических режимов при различных способах моделирования электрических нагрузок. В качестве эталонного принять электрический режим при задании нагрузки статическими характеристиками.

**Задание на лабораторную работу:** На примере участка (звена) трёхфазной электрической сети (лабораторная работа № 1) выполнить расчёт параметров установившегося режима при

моделировании нагрузки в конце звена проводимостью (шунтом) и статической характеристикой.

#### **Требования к отчёту.**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Расчёт электрических режимов (2 итерации) при моделировании нагрузки проводимостью и СХН.
2. Файлы исходных данных и результаты расчётов на ЭВМ.
3. Схемы замещения с результатами электрического расчёта, принятого за эталонный.
4. Полученные результаты в форме табл.
5. Характеристики нагрузок.
6. Обобщающие выводы по результатам выполненной работы.

### **Лабораторная работа № 4.**

*Режим холостого хода воздушной линии электропередачи.*

**Цель работы:** Уяснить особенность и значимость режима холостого хода для электропередачи напряжением 220 кВ и выше.

**Задание на лабораторную работу:** Рассчитать параметры электрического состояния воздушной линии, исходные данные которой приведены в режиме холостого хода

#### **Требования к отчёту.**

Отчёт должен включать следующие пункты:

1. Исходная схема электропередачи .
2. П-образная схема замещения и расчёт её параметров.
3. Расчёт электрического режима (две итерации) по расчётной схеме .
4. Файлы исходных данных и результатов расчёта на ЭВМ.
5. Расчётная схема с параметрами электрического режима, выполненного на ЭВМ (потоками мощности в ветвях, значениями напряжений в узлах, потерями мощности и падением напряжения).
6. Векторные диаграммы мощности и напряжения.
7. Распределение (эпюру) напряжения вдоль линии (в масштабе).
8. Таблица результатов расчётов.
9. Выводы и анализ полученных результатов. В заключение приводят обобщающий вывод о значимости рассмотренного режима работы электропередачи.

## **Лабораторная работа № 5.**

*Режим холостого хода воздушной линии электропередачи.*

**Цель работы:** Усвоить методику расчета установившихся режимов электрической сети инженерными методами и на ЭВМ.

**Задание на лабораторную работу:** Для районной электрической сети варианты параметров которой представлены, проанализировать электрическое состояние в одном из эксплуатационных режимов (в зависимости от варианта).

**Требования к отчёту.**

Отчёт должен включать следующие пункты:

1. Полная (исходная) и эквивалентная схемы замещения сети с определением их параметров.

2. Расчёт максимального установившегося режима по полной и эквивалентной схемам

3. Принципиальная схема электрической сети изменённого режима и её схема замещения с нанесёнными параметрами.

4. Файлы исходных данных и результатов расчёта на ЭВМ по эквивалентным схемам замещения исходного и изменённого режимов.

5. Анализ полученных результатов .

## **Лабораторная работа № 6.**

*Анализ режимов работы замкнутых сетей 35-220 кВ.*

**Цель работы:** Усвоить методику расчета установившихся режимов замкнутой электрической сети инженерными методами и на ЭВМ.

**Задание на лабораторную работу:** Для замкнутой районной электрической сети требуется определить параметры установившегося режима. Расчёт выполнить вручную и на ЭВМ. Расчёт наибольшего режима выполнить либо по правилу моментов, либо методом контурных уравнений. На ЭВМ рассчитать параметры послеаварийного режима и выполнить анализ режима при изменении нагрузок на подстанциях. Сопоставить результаты ручного расчёта с параметрами режима, полученными на ЭВМ. Сделать вывод о допустимости заданного послеаварийного (ремонтного) режима и проанализировать изменение электрического состояния данного участка сети при изменении нагрузок на

подстанциях.

### **Требования к отчёту.**

Отчет должен включать следующие пункты:

1. Схема замещения исходной электрической сети с определением её параметров.
2. Расчёт приближенного потокораспределения, определение напряжения в узлах с учётом потерь мощности.
3. Файлы исходных данных для расчёта на ЭВМ и результаты расчёта максимального, послеаварийного и изменённого режимов.
4. Исходная схема замещения с нанесёнными параметрами максимального установившегося режима, полученными вручную и на ЭВМ.
5. Векторная диаграмма напряжений для максимального режима.
6. Схема замещения послеаварийного режима с нанесёнными параметрами.
7. Выводы по работе и анализ погрешностей результатов ручного расчёта и расчёта на ЭВМ.



## **Общие рекомендации по проведению и подготовке к практическим занятиям**

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий наряду с лекцией, лабораторной работой, контрольной работой, консультацией, самостоятельной работой, производственной (профессиональной) практикой, курсовым проектированием, выполнением дипломного проекта (работы). Выполнение студентами, практических и заданий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных практических знаний по конкретным темам дисциплин различных циклов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие личностных качеств, направленных на устойчивое стремление к самосовершенствованию: самопознанию, самоконтролю, самооценке, саморазвитию и саморегуляции;
- развитие интеллектуальных умений у будущих бакалавров;
- выработку таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия - одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности учащихся и приобретение компетенций. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей одной или нескольких практических работ. Для практических занятий основными задачами являются следующие:

- обучение студентов практическим приемам и методам анализа теоретических положений и концепций учебной дисциплины;
- приобретение студентами умений и навыков использования современных теоретических и научно-технических методов в решении конкретных практических задач;

- развитие творческого профессионального мышления, профессиональной и познавательной мотивации;
- использование профессиональных знаний в учебных условиях – овладение терминологией дисциплины «Электроэнергетические системы и сети», навыками оперирования формулировками, понятиями, определениями, умениями и навыками постановки и решения интеллектуальных проблем и задач;
- повторение и закрепление знаний;
- развитие научного мышления, речи, общения с аудиторией и т.д.;
- организации оперативной обратной связи руководителя занятия и студентов.

Для достижения поставленных целей и решения требуемого перечня задач практические занятия могут проводиться традиционными технологиями или с использованием новых образовательных технологий. В традиционных технологиях на практических занятиях проводятся последовательное решение задач или выполнение упражнений с применением ранее изученного теоретического материала. В новых образовательных технологиях доминируют игровые процедуры, используются принципы моделирования, предусматривается интенсивное межличностное общение, реализуются принципы партнёрства, педагог превращается из информатора в менеджера. Использование новых образовательных технологий заключается в организации следующих мероприятий: деловых игр; ролевых игр; конкретных ситуаций. Главным содержанием практического занятия является практическая работа каждого студента. На каждое практическое занятие разрабатывается специальное задание студентам, призванное обеспечить методическое сопровождение их работы в ходе занятия. Содержание этого задания определяется кафедрой. Практическое занятие состоит из трех основных частей. Во вступительной части проводится проверка готовности студентов к занятию и инструктаж по технике безопасности (при необходимости), распределение студентов по учебным точкам и определение последовательности работы на них. В основной части

занятия студенты выполняют задание, а контроль его исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет руководитель занятия. В заключительной части руководитель занятия подводит итоги занятия, дает задание на самостоятельную работу группе и отдельным студентам. Материал, выносимый на практические занятия и семинары должен:

- содержать современные достижения науки и техники в области изучаемой дисциплины;
- быть максимально приближен к реальной профессиональной деятельности выпускника;
- опираться на знания и умения уже сформированные у студентов на предшествующих занятиях по данной или обеспечивающей дисциплине, поддерживать связь теоретического и практического обучения;
- стимулировать интерес к изучению дисциплины;
- опираться на организованную самостоятельную работу студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо опираться на те знания, которые получены на лекциях и в ходе проведения самостоятельных занятий. Если студенты обнаружат пробел в своих знаниях при подготовке либо проведении практических занятий, то они должны восполнить его путем повторного обращения к тексту нормативных актов, конспектам лекций, литературе. Перед началом практического занятия преподаватель проверяет наличие у студентов конспектов лекций, письменных решений заданий предыдущих занятий. Студенты, не подготовившиеся к практическому занятию (в том числе и по уважительным причинам), а также отсутствующие на занятиях, отчитываются перед преподавателем о выполнении задания во внеурочное время. В ходе практического занятия студент зачитывает либо своими словами рассказывает содержание задания, дает мотивированное его решение, т.е. излагает свой ответ на поставленные в задании вопросы. От студентов требуется, чтобы они, на основе подготовленных во время самостоятельной работы письменных решений, давали развернутые ответы, на поставленные в задании вопросы. После выступления студента по конкретной

задаче ему могут быть заданы вопросы, как преподавателем, так и другими студентами. Затем остальные студенты могут высказать свое мнение по рассматриваемой задаче и предложенному решению, т.е. организуется активное обсуждение, дискуссия. Итоги дискуссии по решению задачи подводятся преподавателем. Он же дает оценку выступающим студентам по решению задачи, высказанным мнениям и их обоснованности.

## Методические указания к самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов организуется на основе целей и задач программы курса «Электроэнергетические системы и сети». Во вводной лекции преподаватель доводит до студентов содержание программы курса, указывает, что должны знать и уметь выпускники института (филиала) по данной дисциплине, приводит основную и дополнительную литературу для самостоятельной работы по курсу. Кроме того, преподаватель обращает внимание студентов на изучение литературы при проведении всех видов занятий, указывая авторов, наименование, издательство и год издания источников, которые необходимо изучить самостоятельно. Успешное овладение дисциплиной «Электроэнергетические системы и сети» предусмотрено рабочей программой, предполагает выполнение ряда рекомендаций.

1. Следует внимательно изучить материалы, характеризующие курс и определяющие целевую установку, а также рабочую программу дисциплины. Это позволит чётко представлять, во-первых, круг изучаемых проблем, во-вторых, – глубину их постижения.

2. Необходимо иметь подборку литературы, достаточную для изучения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети». В методических рекомендациях список основной литературы предлагается.

Необходимо использовать следующую литературу:

-учебники, учебные и учебно-методические пособия;  
-первоисточники по «Монтаж и наладка систем электроснабжения»;

-монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, изложенных в журналах и Интернет-ресурсах, приведенных ниже, представляющие эмпирический материал;

-справочная литература: энциклопедии, управленческие и экономические словари, тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально понятийный аппарат.

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Кроме того, работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания

дисциплины, ее категорий, посредством обращения к энциклопедическим словарям.

4. Абсолютное большинство проблем рассматриваемых в «Электроэнергетические системы и сети» носит не только теоретический, но прикладной характер. Это предполагает наличие у студента не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструментария для непосредственного анализа реальных производственных проблем.

5. Изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» предполагает со стороны студентов систематическую работу с периодическими изданиями, особенно статьями из журналов, с целью глубокого понимания современных тенденций развития науки и накопления фактического материала.

Контроль за самостоятельной работой студентов преподаватель осуществляет на практических и лабораторных занятиях, привлекая студентов к решению задач, а также предлагая к выполнению тесты промежуточного и итогового контроля, разработанные по нескольким вариантам.

Учитывая подготовленность того или иного студента, преподаватель может поставить перед ним задачу по более углубленному изучению проблемы и сообщению студентами результатов на занятиях, отведенных под проверку самостоятельной работы студентов по курсу.

## Литература

1. Жаворонков М.А. Электротехника и электроника [текст]: учебное пособие. - 6-е изд., стереотип./М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - М.: "Академия", 2014. - 400 с. - (серия "Бакалавриат")
2. Гольдберг О.Д. Электромеханика [текст]: учебник / О. Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга; 2-е изд., испр. - допущено УМО по образованию. - М.: Академия, 2010. - 512 с.
3. Информационно-измерительная техника и электроника [текст]: учебник / Г. Г. Раннев [и др.]; под ред. Г.Г. Раннева; 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 512 с.
4. Колесников А.И. Энергоснабжение в промышленных и коммунальных предприятиях : учебное пособие (Гриф) / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 124с.
5. Гольдберг О.Д. Надежность электрических машин [текст]: учебник / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. - М.: Академия, 2010. - 288 с.
6. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие / Э. А. Киреева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2013. - 368 с. - (Бакалавриат).
7. Онищенко Г.Б. Электрический привод [текст]: учебник / Г. Б. Онищенко; 2-е изд., стер. - допущено Минобразования и науки РФ. - М.: Академия, 2008. - 288 с.
8. Кужеков С.Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электро оборудованию : учебное пособие / С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. - Ростов-н/Д : Феникс, 2010. - 492 с.

Учебно-методическое издание

Хапёрская Ирина Михайловна

Электроэнергетические системы и сети

Отв. за вып. Е.Ю. Хаустова

Подписано в печать 06.10.2015г.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 0,93, Уч.изд.л. 1,00, Заказ 50.

Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

347800, г. Каменск-Шахтинский, пр.Карла Маркса, 23.

E-mail: kpi\_mail@mail.ru