

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухов Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 16:45:08

Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Измерение и учет электроэнергии»

для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Лабораторная работа № 1. Измерение активной и реактивной мощности однофазного переменного тока с помощью щитового ваттметра, амперметра и вольтметра.

Лабораторная работа № 2. Измерение электрической нагрузки по показаниям счетчика электрической энергии

Лабораторная работа № 3. Измерение активной и реактивной мощности трехфазного переменного тока с помощью щитового ваттметра/варметра

Лабораторная работа № 4. Измерение активной электрической энергии трехфазного переменного тока при непосредственном включении прибора учета электроэнергии СЕ301

Лабораторная работа № 5. Измерение активной и реактивной электрической энергии трехфазного переменного тока при включении прибора учета электроэнергии СЕ302 через измерительные трансформаторы тока и напряжения

Лабораторная работа № 6. Измерение активной и реактивной электрической энергии трехфазного переменного тока при включении прибора учета электроэнергии СЭТ-4ТМ через измерительные трансформаторы тока.

Лабораторная работа № 7. Учет активной электрической энергии однофазных потребителей в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока.

Лабораторная работа № 8. Изучение АСКУЭ с передачей информации от счетчиков электрической энергии до устройства сбора и подготовки данных и далее до компьютера диспетчерского пункта по выделенным проводным каналам связи

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания являются заготовкой к лабораторным работам по дисциплине «Измерение и учет электроэнергии» и предназначены для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника дневной и заочной форм обучения.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо подготовить протокол лабораторной работы, который будет соответствовать требованиям к содержанию отчета с использованием рекомендуемой литературы и источников Internet.

Применение методических указаний позволяет интенсифицировать процесс изучения материала, помогает студентам приобретать навыки работы с оборудованием и технической литературой.

Лабораторная работа № 1.

Измерение активной и реактивной мощности однофазного переменного тока с помощью щитового ваттметра, амперметра и вольтметра.

Цель:

- изучить схемы включения измерительных приборов в однофазных цепях переменного тока;
- изучить методы прямого и косвенного измерения активной и реактивной мощности;
- исследовать влияние величины питающего напряжения на потребление активной и реактивной мощности различного типа потребителей.

Формируемые компетенции:

Индекс Формулировка:

ПК-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов

Индикаторы ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы достижения электроснабжения объекта компетенций

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по проведению эксперимента

1. Убедитесь в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).

2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 1.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на трехфазную группу силовых трансформаторов Т, содержащую три однофазных трансформатора (модуль однофазных трансформаторов) имеющих схему соединения обмоток «треугольник-звезда». В качестве однофазного потребителя используется осветительная нагрузка HL (модуль осветительной нагрузки) с параллельным включением всех ламп накаливания HL1, HL2, HL3. Питание осветительной нагрузки осуществляется от фазы «А» со стороны вторичной обмотки силового трансформатора Т. В цепь питания нагрузки включены: амперметр РА, вольтметр PV, однофазный ваттметр PP.

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

4. Показания измерительных приборов (напряжение, ток, активная мощность) занести в таблицу 1.1. Рассчитать величины полной и реактивной мощности (S и Q), полученные значения занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

U, В	I, А	P, Вт	S, ВА	Q, ВАр

5. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Перевести питание потребителя с отпайки 220В (клемма L11) силового трансформатора Т на отпайку 127В (клемма L12).

6. Включить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Вкл» на лицевой панели модуля.

7. Показания измерительных приборов (напряжение, ток, активная мощность) занести в таблицу 1.1. Рассчитать величины полной и реактивной мощности (S и Q), полученные значения занести в таблицу 1.1.

8. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля.

9. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 1.2. В качестве нагрузки L используется модуль индуктивной нагрузки с последовательным включением индуктивностей L1, L2, L3.

10. Включить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Вкл» на лицевой панели модуля.

11. Показания измерительных приборов (напряжение, ток, активная мощность) занести в таблицу 1.2. Рассчитать величины полной и реактивной мощности (S и Q), полученные значения занести в таблицу 1.2.

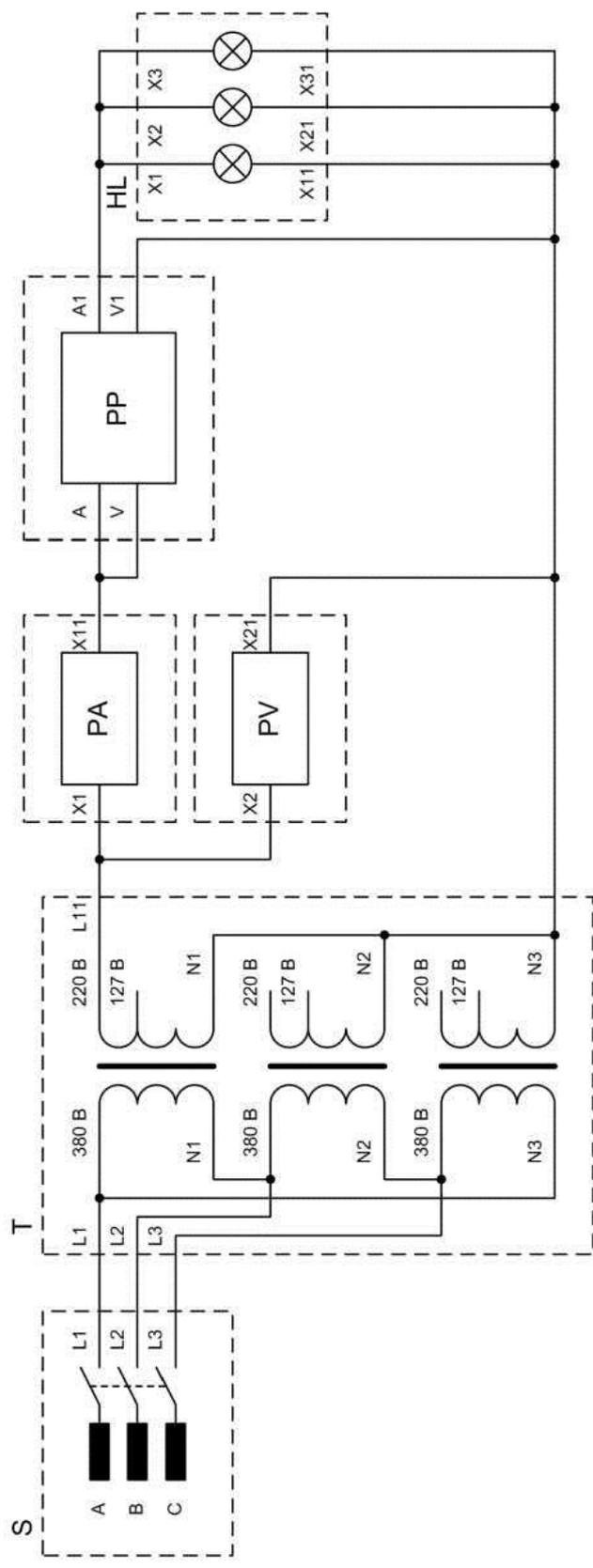


Рис. 1.1

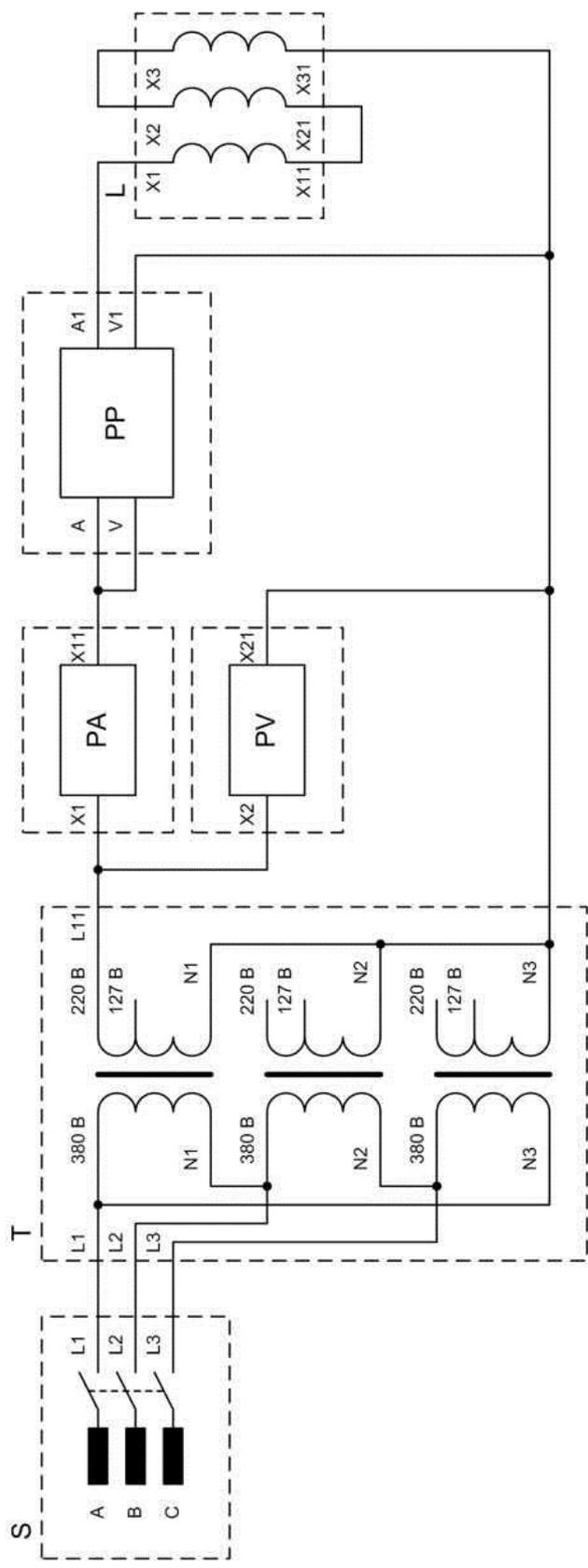


Рис 1.1. схему лабораторных испытаний

12. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Перевести питание потребителя с отпайки 220В (клемма L11) силового трансформатора Т на отпайку 127В (клемма L12).

Таблица 1.2.

U, В	I, А	P, Вт	S, ВА	Q, Вар

13. Включить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Вкл» на лицевой панели модуля.

14. Показания измерительных приборов (напряжение, ток, активная мощность) занести в таблицу 1.2. Рассчитать величины полной и реактивной мощности (S и Q), полученные значения занести в таблицу 1.2.

15. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Отключить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда.

16. Оформить отчет по лабораторной работе. В отчете сделать выводы о влиянии величины напряжения питания на потребление активной и реактивной мощности нагрузки различного типа.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Организации учета электроэнергии
2. Правила учета электроэнергии
3. Учет активной электроэнергии на электростанциях
4. Учет активной электроэнергии в электрических сетях
5. Учет электроэнергии и мощности в электроустановках потребителей
6. Контроль баланса электрической энергии на электростанциях

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625

3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим до-пуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
3. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 2

Измерение электрической нагрузки по показаниям счетчика электрической энергии

Цель:

- изучить схему подключения электронного счетчика активной электрической энергии в однофазных цепях;
- определить мощность электрической нагрузки по показаниям счетчика электрической энергии.

Формируемые компетенции:

ПК-8 способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической й энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедитесь в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).

2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 2.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на трехфазную группу силовых трансформаторов Т, содержащую три однофазных трансформатора (модуль однофазных трансформаторов) имеющих схему соединения обмоток «треугольник-звезда». В качестве однофазного потребителя используется осветительная нагрузка HL (модуль осветительной нагрузки) с параллельным включением всех ламп накаливания HL1, HL2, HL3. Питание осветительной нагрузки осуществляется от фазы «А» со стороны вторичной обмотки силового трансформатора Т. В цепь питания нагрузки включен однофазный счетчик электрической энергии Р6 типа СЕ-101.

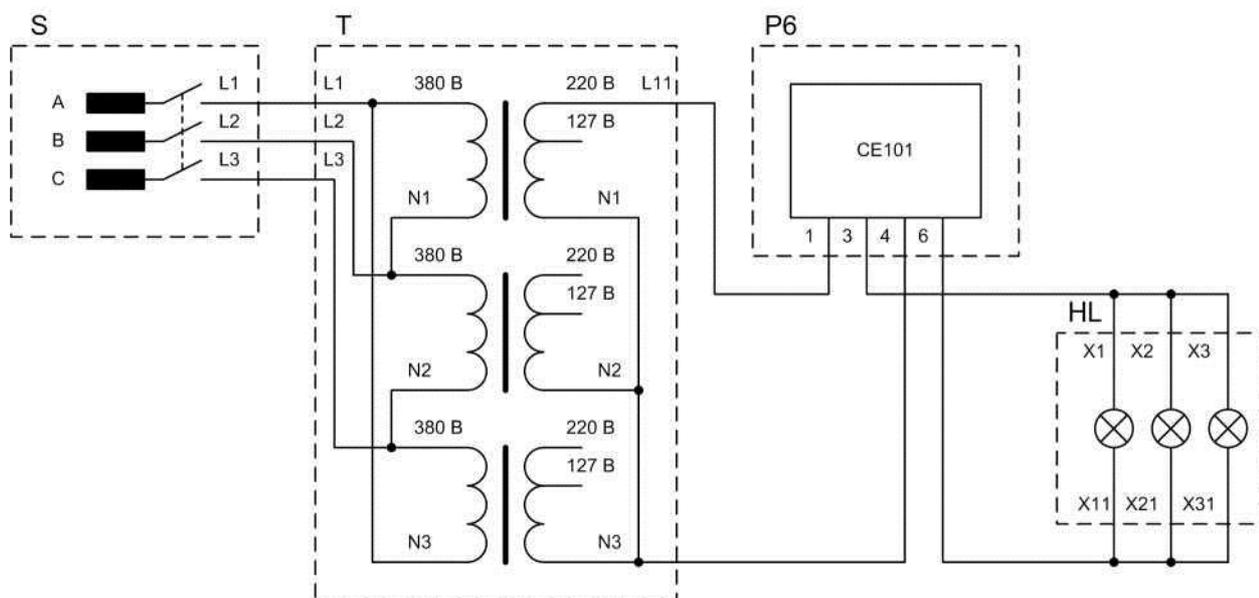


Рис. 2.1

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети и в момент возникновения импульса светодиодного индикатора счетчика запустить отсчет времени (секундомер).

4. Остановить секундомер через 1 импульс светодиодного индикатора прибора учета электроэнергии. Полученное значение T_{10} занести в таблицу 2.1.

5. Используя передаточное число счетчика, рассчитать расход электрической энергии за данный интервал времени dW , рассчитать мощность электрической нагрузки $P_{расч}$, занести полученные значения в таблицу 2.1. Сопоставить расчетное значение мощности нагрузки $P_{расч}$ с номинальной $P_{ном}$, объяснить возможные различия номинальной и фактической (расчетной) мощности нагрузки.

Таблица 2.1.

Тип прибора учета электроэнергии	T , с	dW , Вт*ч	$P_{расч}$, Вт	$P_{ном}$, Вт
CE101				75

6. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Отключить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Оформить отчет по лабораторной работе.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625

3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим до-пуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

Лабораторная работа № 3
Измерение активной и реактивной мощности трехфазного переменного тока с помощью щитового ваттметра/варметра

Цель:

- изучить основные приемы работы с универсальным щитовым прибором типа DM2436AB;
- изучить методы прямого и косвенного измерения активной и реактивной мощности в трехфазных цепях.

Формируемые компетенции:

Индекс Формулировка:

ПК-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов

Индикаторы ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы достижения электроснабжения объекта компетенций

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.

- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедитесь в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).

2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 3.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на трехфазную группу силовых трансформаторов Т, содержащую три однофазных трансформатора (модуль однофазных трансформаторов) имеющих схему соединения обмоток «треугольник-звезда». В качестве трехфазного потребителя используется два модуля осветительной нагрузки HL (модуль осветительной нагрузки), получающих питание от вторичных обмоток силового трансформатора Т через модуль измерителя мощности Р, схема подключения нагрузки — звезда без нулевого провода. В качестве измерителя мощности Р используется универсальный измерительный прибор типа DM2436AB.

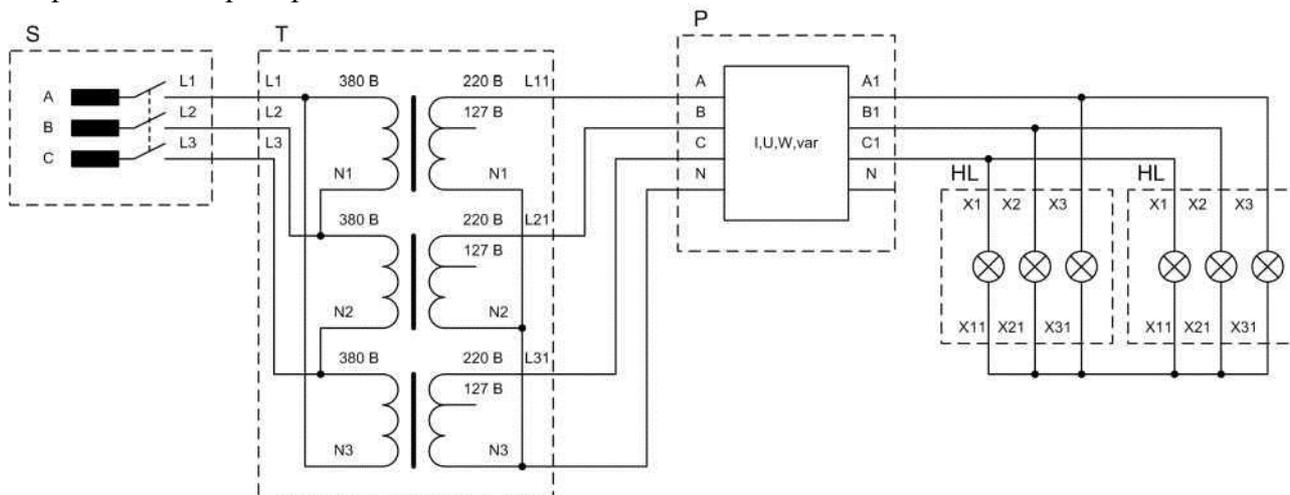


Рис. 3.1

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Включить питание модуля измерителя мощности. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

4. По показаниям универсального измерительного прибора Р определить действующие значения фазных токов, фазных напряжений, линейных напряжений, активной мощности каждой фазы и суммарной трехфазной мощности. Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

5. По измеренным значениям токов и напряжений определить расчетную мощность нагрузки, полученные результаты занести в таблицу 3.1, сопоставить полученные результаты с измеренными.

6. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели

модуля.

7. По указаниям преподавателя исключить одну или несколько ламп накаливания из нагрузочной цепи для создания несимметричной нагрузки.

8. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

9. По показаниям универсального измерительного прибора Р определить действующие значения фазных токов, фазных напряжений, линейных напряжений, активной мощности каждой фазы и суммарной трехфазной мощности. Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

10. По измеренным значениям токов и напряжений определить расчетную мощность нагрузки, полученные результаты занести в таблицу 3.1, сопоставить полученные результаты с измеренными.

11. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля.

12. Соединить общую точку нагрузки с клеммой «N» модуля измерителя мощности для создания схемы подключения нагрузки: звезда с нулевым проводом. Саму нагрузку оставить несимметричной.

13. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

14. По показаниям универсального измерительного прибора Р определить действующие значения фазных токов, фазных напряжений, линейных напряжений, активной мощности каждой фазы и суммарной трехфазной мощности. Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

15. По измеренным значениям токов и напряжений определить расчетную мощность нагрузки, полученные результаты занести в таблицу 3.1, сопоставить полученные результаты с измеренными.

Таблица 3.1.

Схема включения и тип нагрузки		Симметричная нагрузка 3-проводная сеть	Несимметричная нагрузка 3-проводная сеть	Несимметричная нагрузка 4-проводная сеть
I, A	I_a			
	I_b			
	I_c			
U_{ϕ}, B	U_a			
	U_b			
	U_c			
U_i, B	U_{ab}			
	U_{bc}			
	U_{ca}			
$P_{изм}, Вт$	P_a			
	P_b			
	P_c			
	S_p			
$P_{рас}, Вт$	P_a			
	P_b			
	P_c			
	S_p			

16. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля.

17. Изменить тип нагрузки с активной (осветительной) на индуктивную в соответствии с рис. 3.2. В качестве индуктивной нагрузки использовать 2 последовательно включенных модуля индуктивной нагрузки. Схема включения – звезда без нулевого провода.

— звезда без нулевого провода.

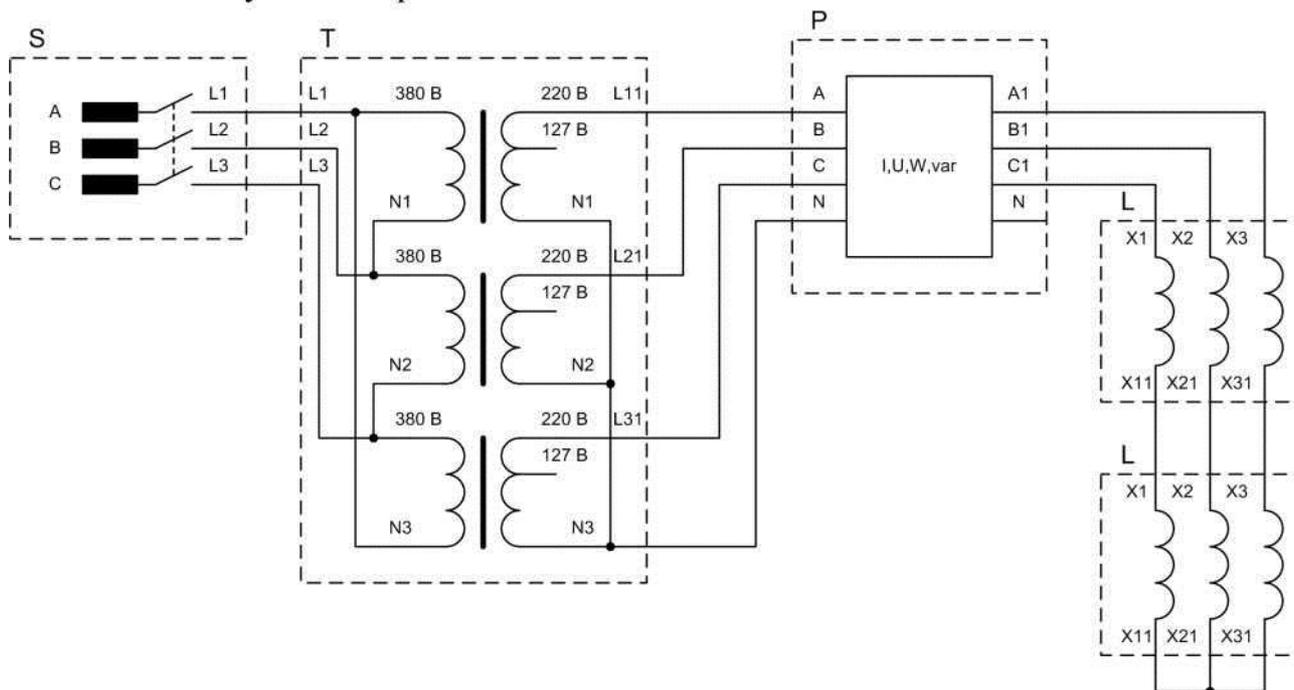


Рис. 3.2

18. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

19. По показаниям универсального измерительного прибора Р определить действующие значения фазных токов, фазных напряжений, активной и реактивной мощности каждой фазы и суммарно для трех фаз. Результаты измерений занести в таблицу 3.2.

20. По измеренным значениям токов и напряжений определить расчетную мощность нагрузки $S_{расч1}$, по измеренным значениям активной и реактивной мощности определить расчетную мощность нагрузки $S_{расч2}$, полученные результаты занести в таблицу 3.2, сопоставить значения мощностей $S_{расч1}$ и $S_{расч2}$.

Таблица 3.2.

	I, A	U, B	$P_{изм}, Вт$	$Q_{изм}, Вар$	$S_{расч1}, ВА$	$S_{расч2}, ВА$
Фаза А						
Фаза В						
Фаза С						

21. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Отключить питание модуля измерителя мощности. Отключить питание стенда

автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда.

22. Оформить отчет по лабораторной работе. В отчете представить векторные диаграммы для исследуемых режимов работы, объяснить влияние нулевого провода в схеме питания трехфазной несимметричной нагрузки

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Счетчик расчетный (коммерческий) электроэнергии (расчетный счетчик)
2. Точка измерения электроэнергии
3. Точка учета электроэнергии
4. Точка поставки электроэнергии
5. Точка коммерческого учета электроэнергии
6. Тариф на электроэнергию одноставочный (одноставочный тариф)
7. Тариф на электроэнергию двухставочный (двухставочный тариф)

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим до-пуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

4. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
5. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
6. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 4

Измерение активной электрической энергии трехфазного переменного тока при непосредственном включении прибора учета электроэнергии СЕ301

Цель: изучить схему прямого подключения трехфазного электронного счетчика электрической энергии типа СЕ301.

Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
Индикаторы достижения компетенций	ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедиться в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).

2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 4.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на трехфазную группу силовых трансформаторов Т, содержащую три однофазных трансформатора (модуль однофазных трансформаторов) имеющих схему соединения обмоток «треугольник-звезда». В качестве трехфазного потребителя используется осветительная нагрузка НЛ (два модуля осветительной нагрузки), получающая питание от вторичных обмоток силового трансформатора Т через трехфазный счетчик электрической энергии РЗ, схема подключения нагрузки — звезда с нулевым проводом.

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети и в момент возникновения импульса светодиодного индикатора прибора учета электроэнергии запустить отсчет времени (секундомер)

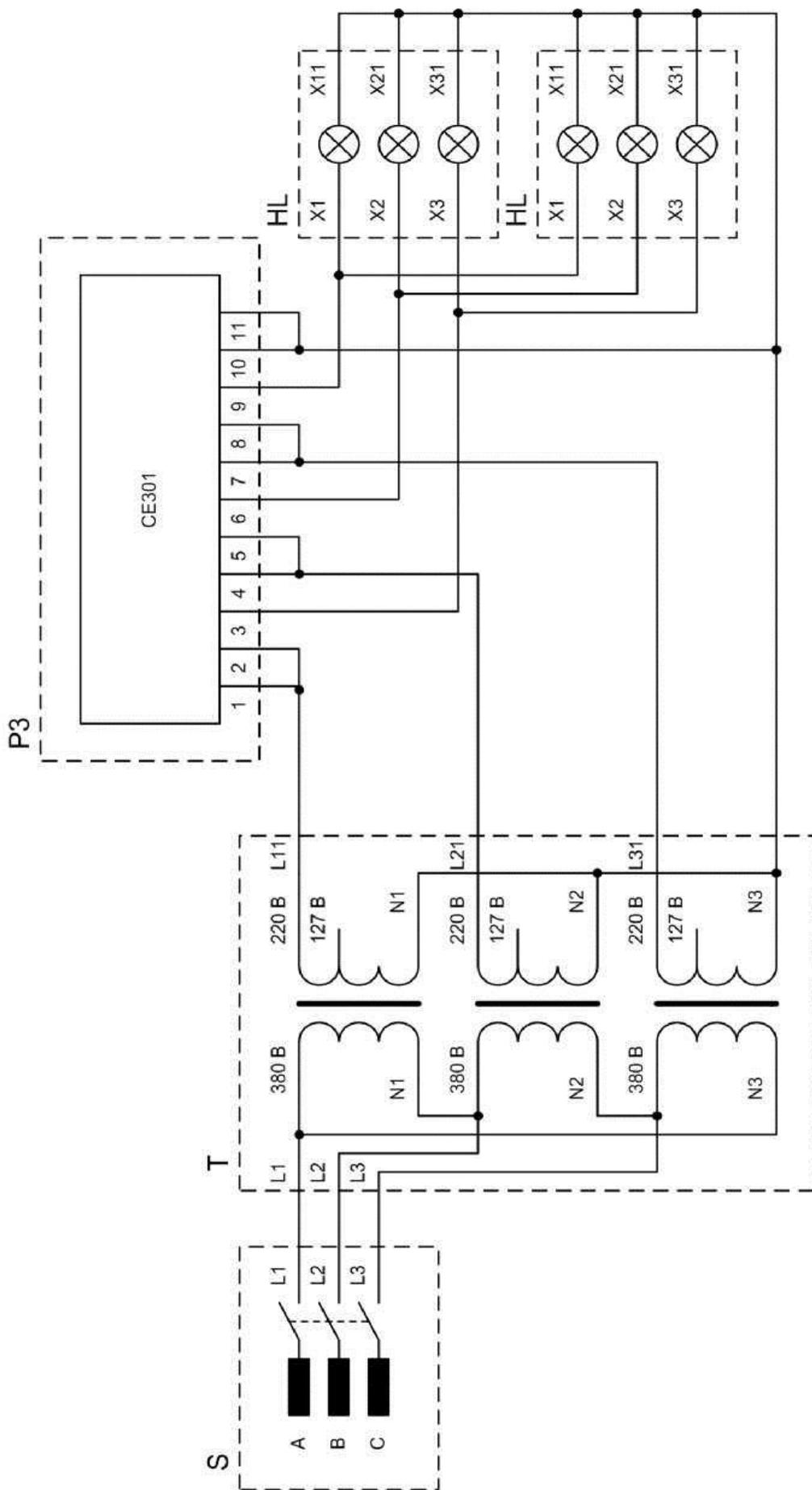
4. Остановить секундомер при возникновении следующего импульса светодиодного индикатора счетчика РЗ. Полученное значение Т занести в таблицу 4.1.

5. Используя передаточное число счетчика, рассчитать расход электрической энергии за данный интервал времени dW , рассчитать трехфазную мощность электрической нагрузки $P_{расч}$ по показаниям прибора учета электроэнергии, занести полученные значения в таблицу 4.1. Сопоставить расчетное значение мощности нагрузки $P_{расч}$ с номинальной $P_{ном}$, объяснить возможные различия номинальной и фактической (расчетной) мощности нагрузки.

6. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Отключить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Оформить отчет по лабораторной работе.

Таблица 4.1.

Тип прибора учета	T, c	$dW, Bm^*ч$	$P_{расч}, Bm$	$P_{ном}, Bm$
CE301				150



Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Почему удельное сопротивление проводника зависит от рода материала?
2. Зависит ли удельное сопротивление от температуры?
3. Как изменится напряжение на участке электрической цепи, если медную проволоку на этом участке заменить никелевой?
4. Назвать известные вам методы определения сопротивления резистора?
5. Как электронная теория электропроводности металлов объясняет природу электрического сопротивления?
6. Почему наличие примесей в металле приводит к увеличению удельного сопротивления проводника?
- 7.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим до-пуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

<http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

<http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 5

Измерение активной и реактивной электрической энергии трехфазного переменного тока при включении прибора учета электроэнергии СЕ302 через измерительные трансформаторы тока и напряжения

Цель: изучить схемы подключения трехфазного счетчика электрической энергии СЕ- 302 через измерительные трансформаторы тока и напряжения в трех проводных сетях.

Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
Индикаторы достижения компетенций	ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедиться в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).
2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 5.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль питания стенда), подающий напряжение на

трехфазную индуктивную нагрузку L. В качестве нагрузки используются 2 параллельно включенных модуля индуктивной нагрузки L, схема подключения нагрузки — звезда без нулевого провода. Счетчик электрической энергии P1 включен через измерительные трансформаторы тока ТА1, ТА3 и измерительные трансформаторы напряжения TV1..TV3, расположенные на модуле «Трансформаторы тока/Трансформаторы напряжения».

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети и в момент возникновения импульса светодиодного индикатора по активной мощности прибора учета электроэнергии P1 запустить отсчет времени (секундомер).

4. Остановить секундомер при появлении очередного импульса светодиодного индикатора по активной мощности счетчика P1. Полученное значение T занести в таблицу 5.1.

5. Используя передаточное число счетчика, рассчитать расход активной электрической энергии за данный интервал времени dW, рассчитать трехфазную активную мощность электрической нагрузки P_{расч} по показаниям прибора учета электроэнергии, занести полученные значения в таблицу 5.1.

6. В момент возникновения импульса светодиодного индикатора по реактивной мощности прибора учета электроэнергии P1 запустить отсчет времени (секундомер).

7. Остановить секундомер при появлении очередного импульса светодиодного индикатора по реактивной мощности счетчика P1. Полученное значение T занести в таблицу 5.2.

8. Используя передаточное число счетчика, рассчитать расход реактивной Электрической энергии за данный интервал времени dW рассчитать трехфазную реактивную мощность электрической нагрузки Q_{расч} асч по показаниям прибора учета электроэнергии, занести полученные значения в таблицу 5.2.

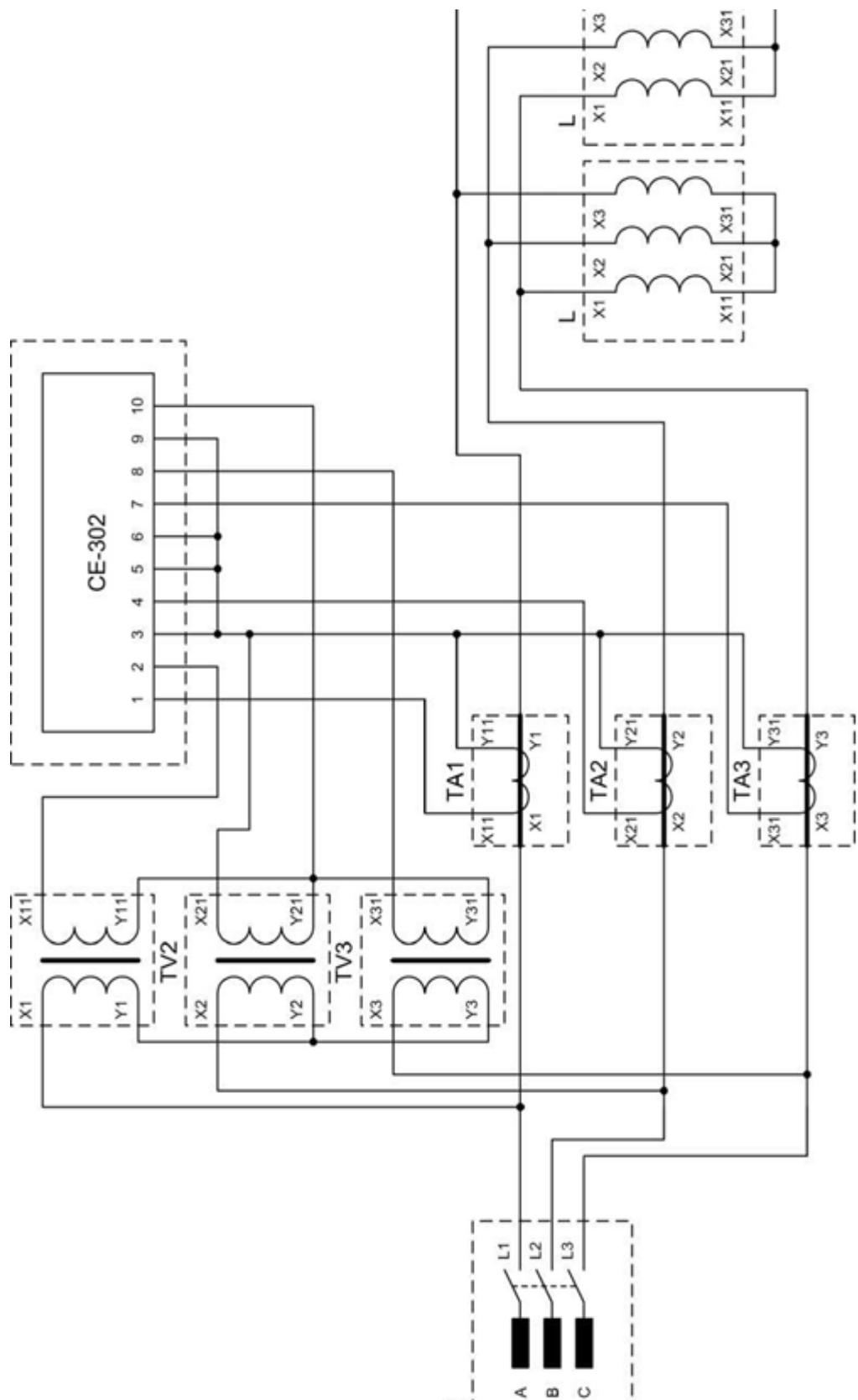
Таблица 5.1

Схема включения СЕ-303	T, с	dW, Вт*ч	P _{расч} , Вт
трехфазная			

Таблица 5.2

Схема включения СЕ-303	T, с	dW, Вар*ч	Q _{расч} , Вар
трехфазная			

9. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля. Отключить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда. Оформить отчет по лабораторной работе.



Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Какой допустимый класс точности определен для расчетных счетчиков активной энергии для непромышленных организаций?
2. Особенности учета межсистемных перетоков электроэнергии
3. Учет реактивной электроэнергии в электроустановках
4. Требования к счетчикам электрической энергии
5. Счетчики ЭЭ. Типы. Принципы работы. Классы точности.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625

3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
3. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 6

Измерение активной и реактивной электрической энергии трехфазного переменного тока при включении прибора учета электроэнергии СЭТ-4ТМ через измерительные трансформаторы тока

Цель: изучить схему подключения трехфазного электронного прибора учета электроэнергии типа СЭТ-4ТМ в трехфазных цепях питания активно-индуктивной нагрузки.

Формируемые компетенции:

Индекс Формулировка:

ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
Индикаторы достижения компетенций	ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической и энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедится в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).
2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 6.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на индуктивную нагрузку L (модуль индуктивной нагрузки) через трехфазный электронный счетчик электрической энергии P9, схема подключения нагрузки — звезда с нулевым проводом.
3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда.
4. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.
5. В момент возникновения импульса светодиодного индикатора активной

электрической энергии запустить отсчет времени (секундомер). Остановить секундомер через 1 импульс светодиодного индикатора активной электрической энергии прибора учета электроэнергии. Полученное значение T_1 занести в таблицу 6.1.

6. Используя передаточное число счетчика по активной электрической энергии, рассчитать расход активной электрической энергии dW_1 за интервал времени T_1 , рассчитать трехфазную активную $P_{расч}$ асч мощность электрической нагрузки, занести полученные значения в таблицу 6.1.

Таблицу 6.1.

Тип прибора учета	СЭТ-4ТМ
$T_1, с$	
$T_2, с$	
$dW_1, Вт*ч$	
$dW_2, Вар*ч$	
$P_{расч}, Вт$	
$Q_{расч}, Вар$	

7. Перевести прибор учета в режим отображения показаний потребления реактивной электрической энергии. В момент изменения показаний запустить отсчет времени (секундомер). Остановить секундомер в момент следующего изменения показаний. Полученное значение T_2 занести в таблицу 6.1

8. Рассчитать расход реактивной электрической энергии dW_2 за интервал времени T_2 , рассчитать реактивную мощность электрической нагрузки $Q_{расч}$, занести полученные значения в таблицу 6.1.

9. Отключить выключатель модуля трехфазной сети кнопкой «Откл» на лицевой панели модуля.

10. Отключить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда.

11. Оформить отчет по лабораторной работе.

- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.
-

Контрольные вопросы

1. Схемы включения счетчиков электроэнергии
2. Электронный счетчик
3. Расчетные параметры средств учета электроэнергии
4. Размерность и правила округления значений учетных показателей
5. Дискретность сбора информации
6. Коммерческий учет ЭЭ на ОРЭ

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
3. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 7

Учет активной электрической энергии однофазных потребителей в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока.

Цель: изучить схему прямого подключения трехфазного электронного прибора учета электроэнергии типа «Альфа» в трехфазных четырех проводных цепях питания активно-индуктивной нагрузки.

Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
Индикаторы достижения компетенций	ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической и энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

1. Убедится в отсутствии питания стенда (автоматический выключатель QF1 модуля питания стенда должен быть отключен).

2. Собрать схему лабораторных испытаний, представленную на рис. 7.1. Схема содержит трехфазный источник питания S (модуль трехфазной сети), подающий напряжение на 2 последовательно включенных модуля индуктивной нагрузки L, получающих питание через трехфазный электронный счетчик электрической энергии P4, схема подключения нагрузки — звезда с нулевым проводом.

3. Включить питание стенда автоматическим выключателем QF1 модуля питания стенда.

4. Нажать кнопку «Вкл» выключателя модуля трехфазной сети.

5. В момент возникновения импульса светодиодного индикатора активной электрической энергии запустить отсчет времени (секундомер). Остановить секундомер через 1 импульс светодиодного индикатора активной электрической энергии прибора учета электроэнергии. Полученное значение T_1 занести в таблицу 7.1.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Почему удельное сопротивление проводника зависит от рода материала?
2. Зависит ли удельное сопротивление от температуры?
3. Как изменится напряжение на участке электрической цепи, если медную проволоку на этом участке заменить никелевой?
4. Назвать известные вам методы определения сопротивления резистора?
5. Как электронная теория электропроводности металлов объясняет природу электрического сопротивления?
6. Почему наличие примесей в металле приводит к увеличению удельного сопротивления проводника?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625

3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

4. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
5. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
6. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

Лабораторная работа № 8

Изучение АСКУЭ с передачей информации от счетчиков электрической энергии до устройства сбора и подготовки данных и далее до компьютера диспетчерского пункта по выделенным проводным каналам связи

Цель: В учебных целях определить материал проводника путём измерения его сопротивления и вычисления удельного сопротивления

Формируемые компетенции:

Индекс Формулировка:

ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
Индикаторы достижения компетенций	ИД-3ПК-2 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы

Знает:

- основные принципы учета электроэнергии.
- схемы учета электрической энергии.
- устройство и принцип действия приборов учета электрической энергии.
- основные вопросы эксплуатации приборов учета электрической энергии.
- показатели качества электроэнергии.
- структурные схемы и основные компоненты АСКУЭ.
- мероприятия по снижению нетехнических потерь электроэнергии.
- основные нормативно-правовые документы в области учета энергоресурсов.

Умеет:

- устанавливать и включать счетчики электрической энергии.
- организовывать учет электрической энергии в электрических сетях.
- проводить простейшие измерения параметров качества электроэнергии.
- строить графики нагрузок, диаграммы и таблицы на основе данных поступающих с приборов учета электрической энергии.

Владеет:

- Навыками работы со счетчиками электрической энергии.
- Навыками составления энергетических балансов и анализа информации, поступающей с приборов.
- Навыками расчета потребленной электроэнергии.

Теоретическая часть

Указания по технике безопасности

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложении А.

Указания по порядку выполнения работы

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание используемого оборудования и материалов;
- порядок выполнения работы;
- вычисления и обработка результатов;

- ВЫВОДЫ.

-

Контрольные вопросы

1. Почему удельное сопротивление проводника зависит от рода материала?
2. Зависит ли удельное сопротивление от температуры?
3. Как изменится напряжение на участке электрической цепи, если медную проволоку на этом участке заменить никелевой?
4. Назвать известные вам методы определения сопротивления резистора?
5. Как электронная теория электропроводности металлов объясняет природу электрического сопротивления?
6. Почему наличие примесей в металле приводит к увеличению удельного сопротивления проводника?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 152 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Понаморенко. – 2-изд., стер. – Минск : РИПО, 2016. – 2012 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625

3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 266 с. Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

<http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

<http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА