

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Методические указания для выполнения лабораторных работ
для студентов специальностей
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
7-07-0712-02 «Теплотехника и теплоэнергетика»

Витебск
2026

УДК 621.317(075.8)

Составители:

С. В. Жерносек, В. В. Дрюков, В. Ю. Мовсесян, С. А. Рудаков.

Одобрено кафедрой «Теплоэнергетика»
УО «ВГТУ», протокол № 7 от 27.02.2026.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 7 от 27.03.2026.

Потребители электроэнергии : методические указания для выполнения лабораторных работ / сост. С. В. Жерносек, В. В. Дрюков, В. Ю. Мовсесян, С. А. Рудаков – Витебск: УО «ВГТУ», 2026. – 34 с.

В методических указаниях изложены методики выполнения лабораторных работ по дисциплине «Потребители электроэнергии».

УДК 621.317(075.8)

© УО «ВГТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа 1. Измерение активной и реактивной мощности однофазного переменного тока с помощью панельного ваттметра, амперметра и вольтметра	5
Лабораторная работа 2. Измерение электрической нагрузки по показаниям электросчётчика	9
Лабораторная работа 3. Измерение активной и реактивной мощности трёхфазного переменного тока с помощью панельного ваттметра/варметра	13
Лабораторная работа 4. Измерение активной электрической энергии трёхфазного переменного тока при прямом включении приборов учёта электроэнергии	16
Лабораторная работа 5. Измерение активной и реактивной электрической энергии трёхфазного переменного тока с прямым включением электросчётчиков	18
Лабораторная работа 6. Измерение активной и реактивной электрической энергии трёхфазного переменного тока с прямым включением электросчётчиков	20
Лабораторная работа 7. Измерение активной и реактивной электрической энергии трёхфазного переменного тока при включении приборов учёта электроэнергии через измерительные трансформаторы тока и напряжения.....	22
Лабораторная работа 8. Учёт активной электроэнергии однофазных потребителей в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока.....	27
Лабораторная работа 9. Многотарифный учёт электроэнергии	29
Список использованных источников	33

ВВЕДЕНИЕ

Курс «Потребители электроэнергии» входит в число базовых дисциплин для специальностей 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» и 7-07-0712-02 «Теплоэнергетика и теплотехника». Он знакомит студентов с устройством, характеристиками и особенностями работы различных потребителей электроэнергии – от бытовых приборов до промышленных электроприводов и технологических установок.

Практические навыки формируются через выполнение лабораторных и расчётных заданий, моделирование режимов потребления в программных комплексах, а также анализ реальных данных энергоучёта. В результате освоения дисциплины студенты получают комплексное представление о взаимосвязи потребителей и энергосистемы, что позволяет им грамотно проектировать, эксплуатировать и модернизировать электроустановки с учётом требований надёжности, экономичности и экологической безопасности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ОДНОФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ ПАНЕЛЬНОГО ВАТТМЕТРА, АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА

Цель работы: изучение методов измерения активной (P), реактивной (Q) и полной (S) мощностей в однофазной цепи переменного тока с помощью ваттметра, амперметра и вольтметра. Исследование влияния характера нагрузки (активной, активно-ёмкостной и индуктивной) на показания приборов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.
- Измерение активной и реактивной мощности однофазного переменного тока с помощью панельного ваттметра, амперметра и вольтметра.
- Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 1.1.

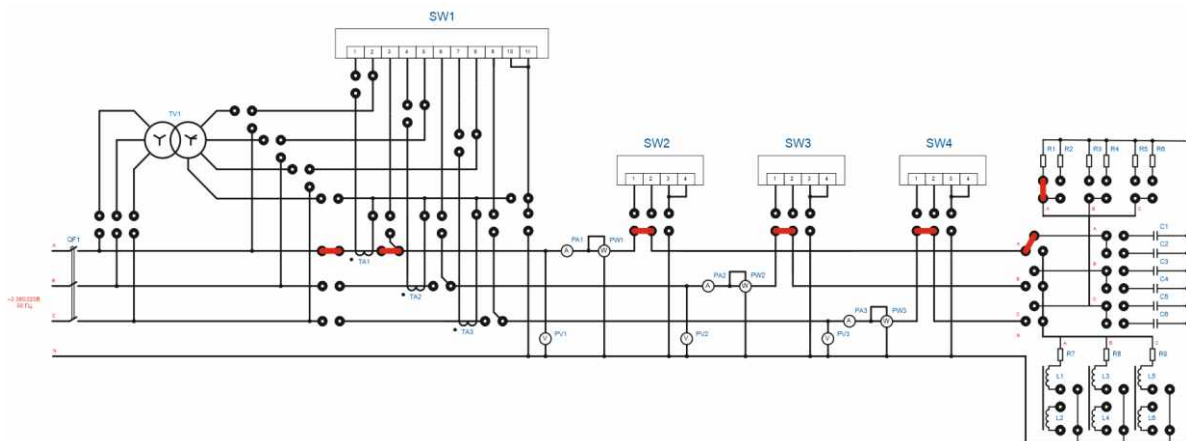


Рисунок 1.1 – Схема подключения активной нагрузки R1

1. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
2. В таблице 1.1 зафиксируйте показания приборов PA1, PV1, PW1, PQ1, PS1, $\cos\varphi$.
3. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

Таблица 1.1 – Результаты измерения показаний активной нагрузки R1

$U_{\Phi 1}$, В	$I_{\Phi 1}$, А	P_{W1} , Вт	P_{Q1} , ВАр	P_{S1} , ВА	$\cos\varphi$
(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	($\cos\varphi$)

4. Соберите схему по рисунку 1.2.

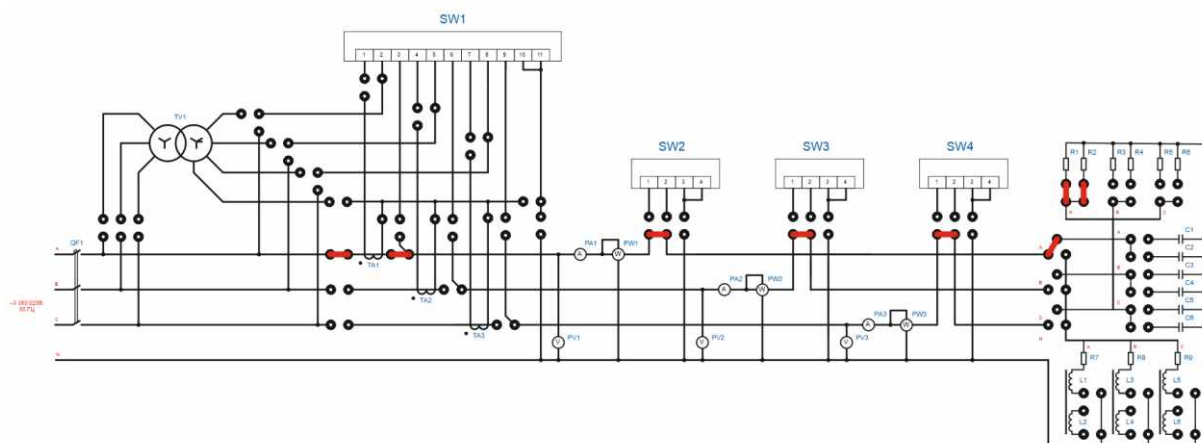


Рисунок 1.2 – Схема подключения активной нагрузки R1+R2, подключенной параллельно

5. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
6. Зафиксируйте показания приборов в таблицу 1.2.
7. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

Таблица 1.2 – Результаты измерения показаний активной нагрузки R1+R2, подключенной параллельно

$U_{\Phi 1}, \text{В}$	$I_{\Phi 1}, \text{А}$	$P_{W1}, \text{Вт}$	$P_{Q1}, \text{ВАр}$	$P_{S1}, \text{ВА}$	$\cos\varphi$
(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	($\cos\varphi$)

8. Соберите схему по рисунку 1.3 в данном случае получим активно-ёмкостную нагрузку.

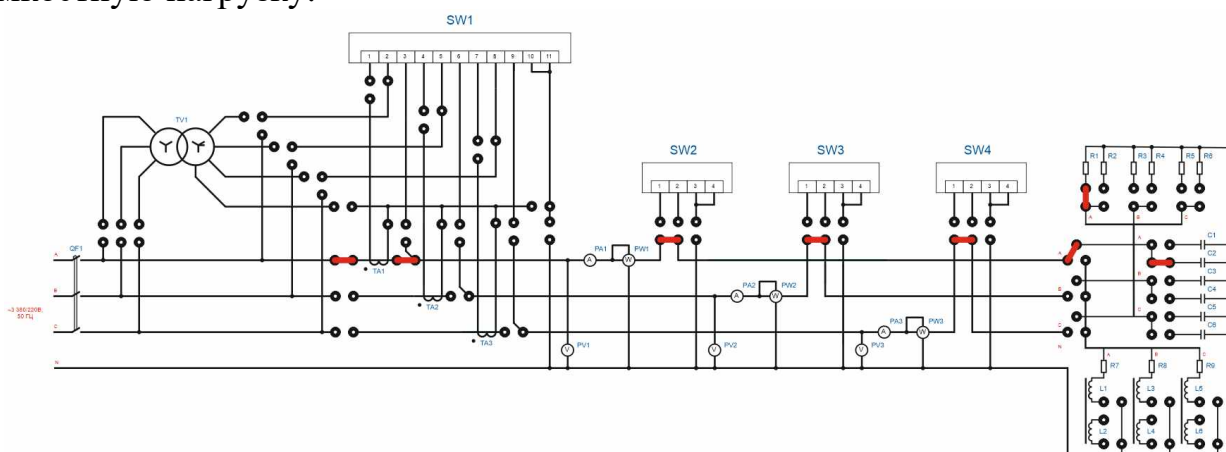


Рисунок 1.3 – Схема подключения активно-ёмкостной нагрузки R1+C2

9. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.

10. В таблице 1.3 зафиксируйте показания приборов PA1, PV1, PW1, PQ1, PS1, $\cos\varphi$.

11. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

Таблица 1.3 – Результаты измерения показаний активно-ёмкостной нагрузки R1+C2

$U_{\Phi 1}, \text{В}$	$I_{\Phi 1}, \text{А}$	$P_{W1}, \text{Вт}$	$P_{Q1}, \text{ВАр}$	$P_{S1}, \text{ВА}$	$\cos\varphi$
(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	($\cos\varphi$)

12. Соберите схему по рисунку 1.4 в данном случае получим активно-индуктивную нагрузку.

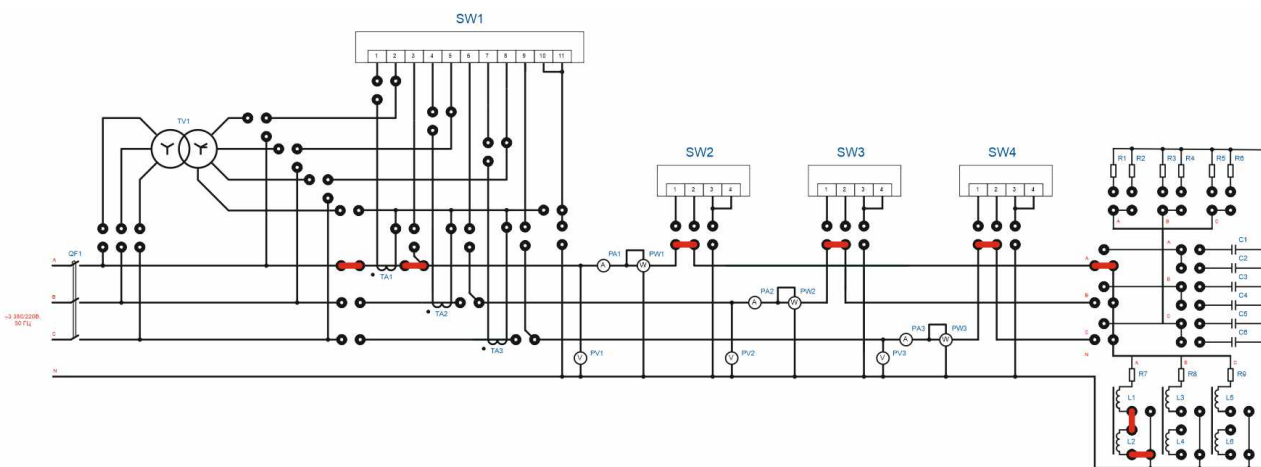


Рисунок 1.4 – Схема подключения активно-индуктивной нагрузки L1+L2

13. В таблице 1.4 зафиксируйте показания приборов PA1, PV1, PW1, PQ1, PS1, $\cos\varphi$.

14. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

15. Извлеките все перемычки.

Таблица 1.4 – Результаты измерения показаний активно-индуктивной нагрузки L1+L2

$U_{\Phi 1}, \text{В}$	$I_{\Phi 1}, \text{А}$	$P_{W1}, \text{Вт}$	$P_{Q1}, \text{ВАр}$	$P_{S1}, \text{ВА}$	$\cos\varphi$
(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	($\cos\varphi$)

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальные электрические схемы измеряемых величин.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о зависимости значений измеряемых величин от вида нагрузки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните разницу между активной, реактивной и полной мощностями в электрической цепи.
2. Какова формула коэффициента мощности $\cos\varphi$?
3. Опишите расчёт полной мощности S в цепи с использованием активной и реактивной мощностей.
4. Какие приборы используются для измерения полной мощности S в лабораторном стенде?

- откройте вкладку «Параметры связи» (рис. 2.2), настройте параметры соединения:
- выберите счётчик – Меркурий 206;
- в графе «адрес» задайте адрес, соответствующий серийному номеру счётчика (указан на лицевой стороне счётчика);
- выберите тип интерфейса RS-485;
- выберите номер COM порта из выпадающего списка, соответствующий порту стенда;
- настройте COM-порт в соответствии с рисунком 2.3.

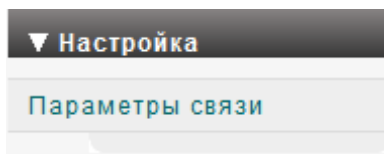


Рисунок 2.2 – Вкладка «Параметры связи»

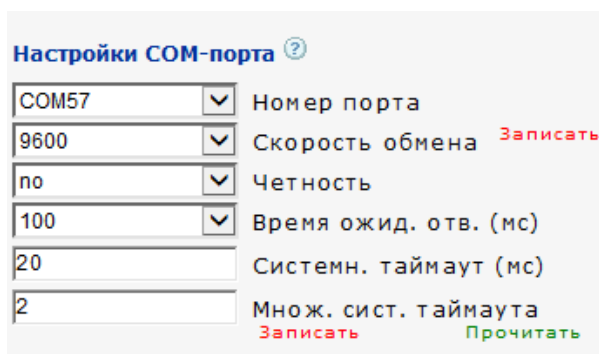


Рисунок 2.3 – Настройка COM порта

3) Перейдите во вкладку «Информация» -> «Мгновенные значения» (рис. 2.4), нажмите «Прочитать», запишите параметры сети в таблицу 2.1;

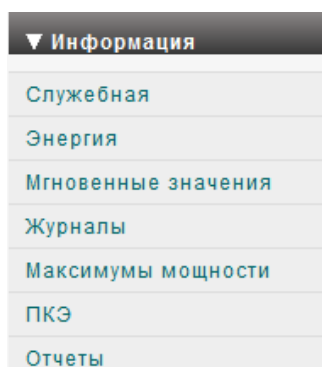


Рисунок 2.4 – Вкладка «Мгновенные значения»

4) Перейдите во вкладку «Информация» -> «Энергия» (рис. 2.5), выберите показания активной энергии, нажмите прочитать, запишите данные параметров в строке «От сброса» в таблицу 2.2;

Энергия, кВт*ч	Тариф 1	Тариф 2	Тариф 3	Тариф 4	Сумма
От сброса	0.48	0.50	0.00	0.00	0.98

Рисунок 2.5 – Вкладка «Энергия»

3. Засеките 16, 24 и 32 минуты.
4. По истечению времени повторно запишите накопленную энергии в таблицу 2.2.
5. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
6. Извлеките все перемычки.

Таблица 2.1 – Потреблённая активная энергия

Время T, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч

Таблица 2.2 – Параметры сети

U _{ФА} , В	I _{ФА} , А	PW _А , Вт	PQ _А , ВАр	cosφ

Сравнение значений теоретической и практической активной мощностей.

Расчёт теоретической активной мощности производится по следующей формуле:

$$PW_{\text{теор. расч}} = PW_A \cdot \frac{T}{60}, \quad (2.1)$$

где PW_A – значение активной мощности, указанное на стенде, Вт; T – промежуток засеченного времени измерения, мин.

Расчёт практической активной мощности производится по следующей формуле:

$$PW_{\text{практ. расч}} = PW_{T_i} - PW_{T_{i-1}}, \quad (2.2)$$

где PW_{T_i} – значение активной мощности, измеренное за промежуток времени, Вт; $PW_{T_{i-1}}$ – значение активной мощности, измеренное за предыдущий промежуток времени, Вт.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Сравнение теоретической и практической значений активной нагрузки.
5. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. С какой целью необходимо фиксировать показания на счётчике?
2. Какова основная цель измерения электрической нагрузки по показаниям электросчётчика?
3. Какие параметры выдаются при снятии показаний с счётчика Меркурий 206?
4. Для чего необходимо проводить анализ полученных данных о нагрузке?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ТРЕХФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ ПАНЕЛЬНОГО ВАТТМЕТРА/ВАРМЕТРА

Цель работы: изучение методов измерения активной и реактивной мощности трёхфазного переменного тока с использованием панельных ваттметра и варметра. В ходе выполнения эксперимента необходимо освоить практику сборки различных схем нагрузки и анализа полученных параметров сети.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.

Измерение активной мощности трёхфазного переменного тока с помощью панельного ваттметра

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 1.1.

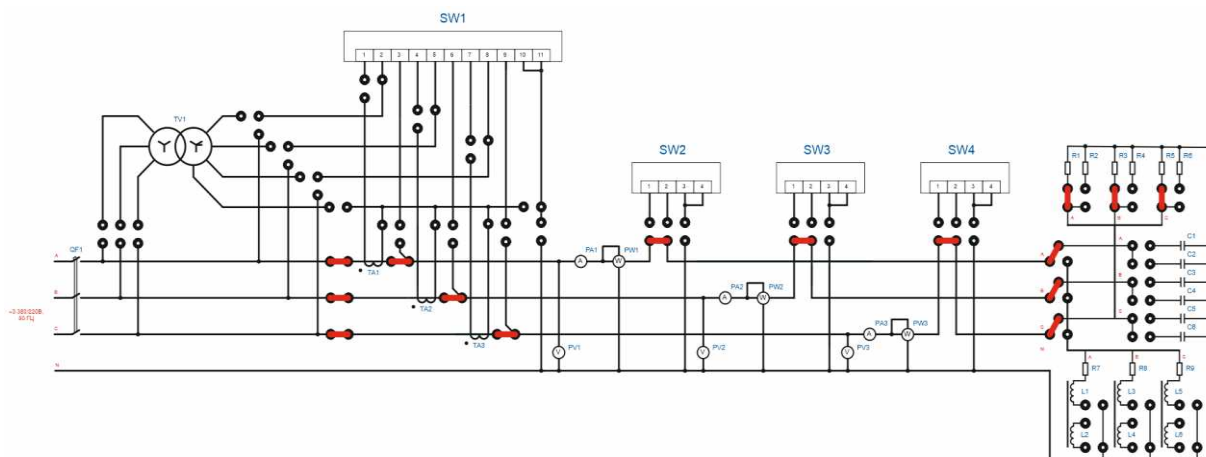


Рисунок 3.1 – Схема подключения активной нагрузки трёхфазного переменного тока

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. В таблицу 3.1 зафиксируйте показания приборов PA1..3, PV1..3, PW1..3, PQ1..3, PS1..3, $\cos\phi$ 1..3.
4. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

Таблица 3.1 – Показания измерения активной мощности трёхфазного переменного тока (активная нагрузка)

Фаза	U _ф , В	I _ф , А	PW, Вт	PQ, ВАр	PS, ВА	cosφ
	(PV1..3)	(PA1..3)	(PW1..3)	(PQ1..3)	(PS1..3)	(cosφ1..3)
А						
В						
С						

Измерение реактивной мощности трёхфазного переменного тока с помощью панельного ваттметра (активно-ёмкостная нагрузка)

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 3.2.

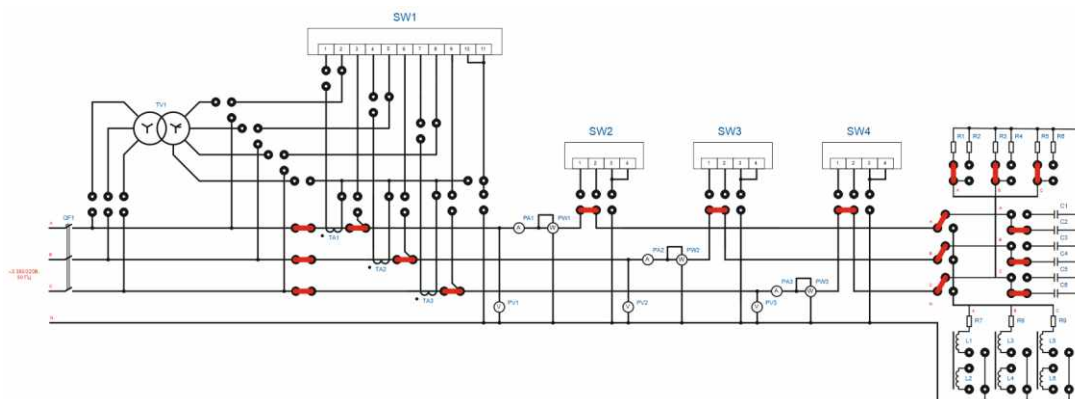


Рисунок 3.2 – Схема подключения активно-ёмкостной нагрузки трёхфазного переменного тока

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. В таблицу 3.2 зафиксируйте показания приборов PA1..3, PV1..3, PW1..3, PQ1..3, PS1..3, cosφ1..3.
4. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

Таблица 3.2 – Показания измерения активной мощности трёхфазного переменного тока (активно-ёмкостная нагрузка)

Фаза	U _ф , В	I _ф , А	PW, Вт	PQ, ВАр	PS, ВА	cosφ
	(PV1..3)	(PA1..3)	(PW1..3)	(PQ1..3)	(PS1..3)	(cosφ1..3)
А						
В						
С						

Измерение реактивной мощности трёхфазного переменного тока с помощью панельного ваттметра (активно-индуктивная нагрузка)

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 3.3.

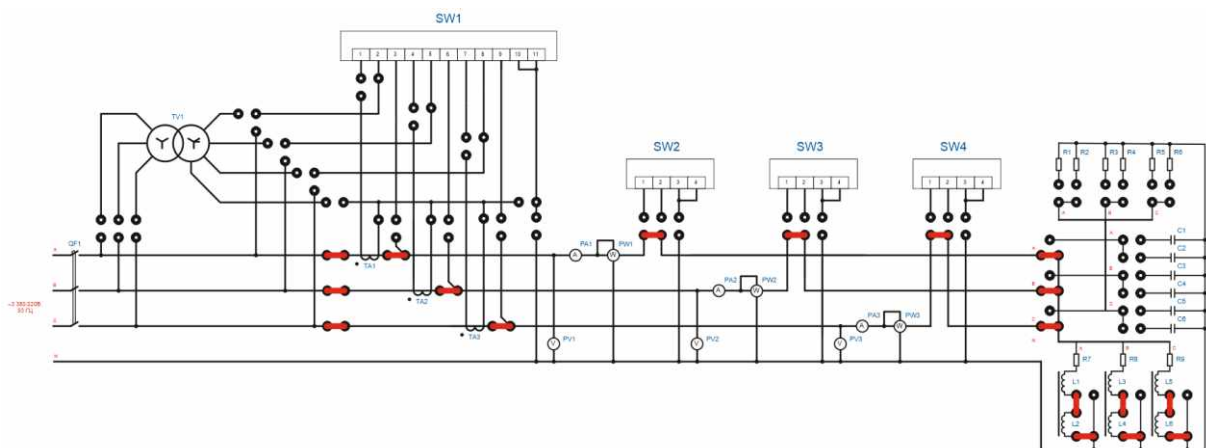


Рисунок 3.3 – Схема подключения активно-индуктивной нагрузки трёхфазного переменного тока

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. В таблицу 3.3 зафиксируйте показания приборов PA1..3, PV1..3, PW1..3, PQ1..3, PS1..3, $\cos\varphi$ 1..3.
4. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
5. Извлеките все перемычки.

Таблица 3.3 – Показания измерения активной мощности трёхфазного переменного тока (активно-ёмкостная нагрузка)

Фаза	U_{ϕ} , В	I_{ϕ} , А	PW, Вт	PQ, ВАр	PS, ВА	$\cos\varphi$
	(PV1..3)	(PA1..3)	(PW1..3)	(PQ1..3)	(PS1..3)	($\cos\varphi$ 1..3)
А						
В						
С						

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальные электрические схемы.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о зависимости значений измеряемых величин от вида нагрузки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются активная, реактивная и полная мощности в трёхфазной цепи?
2. Какова роль коэффициента мощности ($\cos\varphi$) и что он показывает?
3. Какие факторы влияют на величину реактивной мощности в цепи?
4. Какие практические меры применяются для повышения коэффициента мощности в электрических сетях?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТРЕХФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ ПРЯМОМ ВКЛЮЧЕНИИ ПРИБОРОВ УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Цель работы: изучение методов прямого включения приборов учёта электроэнергии для измерения активной энергии трёхфазного переменного тока, освоение снятия параметров сети с каждой фазы на счётчике Энергомера СЕ303 и проведение анализа полученных данных.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 4.1.

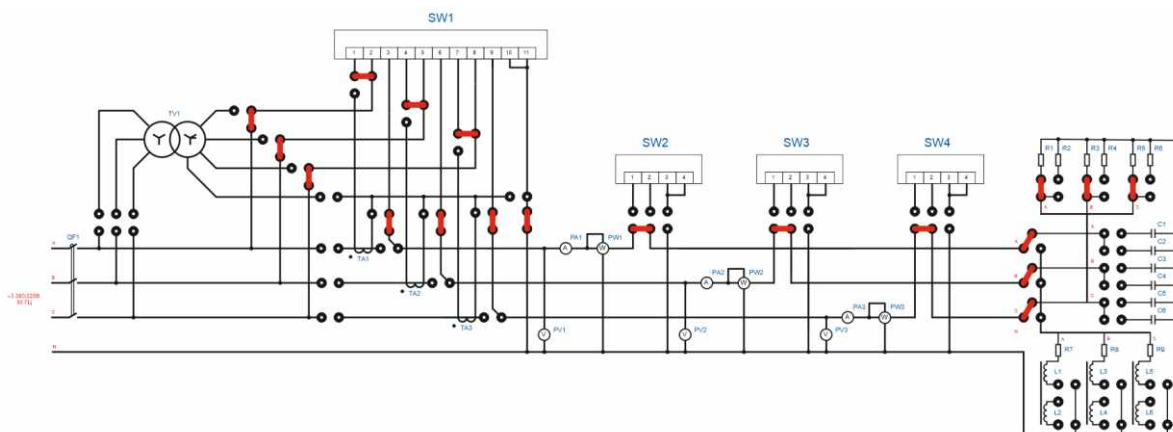


Рисунок 4.1 – Схема подключения трехфазного счётчика Энергомера СЕ303 к активной нагрузке

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Зафиксируйте значения потреблённой энергии на начало эксперимента на счётчике SW1-CE303:

Просмотр информации осуществляется с помощью кнопок «КАДР» и «ПРСМ».

Различаются два типа нажатия:

- длительное – удержание 1–2 с;
- короткое – удержание менее 1 с.

Длительное нажатие кнопки «КАДР» последовательно переключает отображение групп (на индикаторе индицируется словом PArt) параметров от «01» до «12».

С помощью кнопки «КАДР» выберите группу параметров «Part 1».

Переключая параметры с помощью кнопки «ПРСМ» выберите параметр, соответствующий потреблённой активной электроэнергии Тарифа 1, запишите в таблицу 4.1.

4. Засеките 16, 24 и 32 минуты.

5. Запишите параметры сети в таблицу 2.4.

6. С помощью кнопки «КАДР» выберите группу параметров «Part 2».

7. Переключая параметры с помощью кнопки «ПРСМ» выберите и зафиксируйте в таблице 4.2 данные мощности, напряжения, тока ($p_1, p_2, p_3; u_1, u_2, u_3; i_1, i_2, i_3$) и других параметров для фаз А, В, С соответственно.

8. По истечению 16, 24 и 32 минут вновь зафиксируйте показания потреблённой мощности в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Потреблённая активная энергия

Время T, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч

Таблица 4.2 – Параметры сети разных фаз

Фаза	U _ф , В	I _ф , А	PW, Вт	PQ, ВАр	PS, ВА	cosφ
	(PV1..3)	(PA1..3)	(PW1..3)	(PQ1..3)	(PS1..3)	(cosφ1..3)
А						
В						
С						

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие параметры сети можно измерить с помощью счётчика Энергомера СЕ303?
2. В чём заключается принцип прямого включения приборов учёта электроэнергии?
3. Какие особенности измерения существуют для каждой из фаз трёхфазной системы?
4. Какое значение имеет коэффициент мощности ($\cos \varphi$) при анализе трёхфазной сети?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТРЁХФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПРЯМЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСЧЁТЧИКОВ

Цель работы: изучение принципов измерения активной и реактивной электрической энергии в трёхфазной системе переменного тока при прямом включении электросчётчиков, закрепление навыков сборки схемы с активно-ёмкостной нагрузкой и анализа показаний счётчика Энергомера СЕ303.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 5.1.

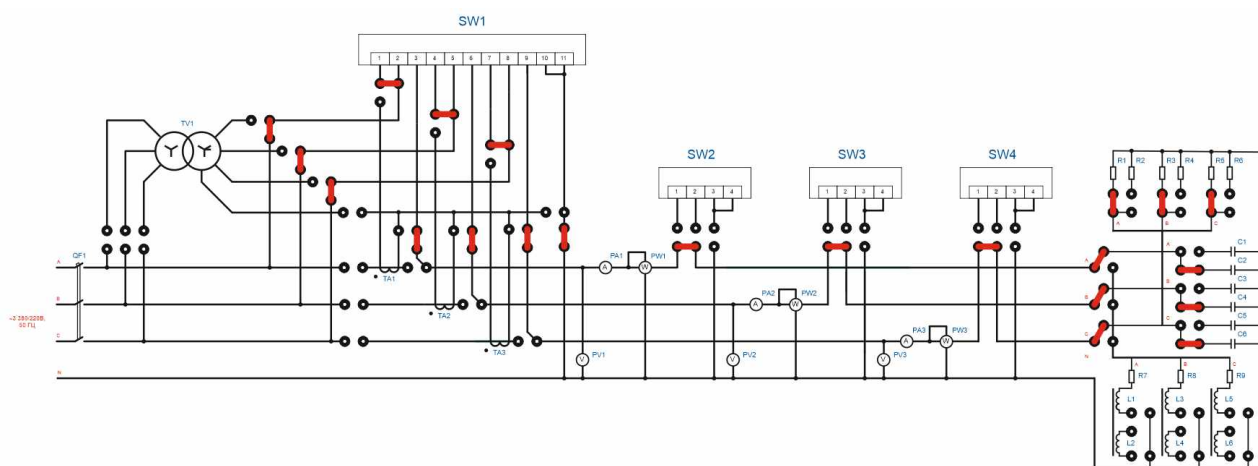


Рисунок 5.1 – Схема подключения трёхфазного счётчика Энергомера СЕ303 к активно-ёмкостной нагрузке

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Зафиксируйте значения потреблённой энергии на начало эксперимента на счётчике SW1-CE303 (см. лаб. раб. 4, п. 3), запишите параметры сети в таблицу 5.1.
4. Засеките 30 минут.
5. Запишите параметры сети в таблицу 5.2:
 - с помощью кнопки «КАДР» выберите группу параметров «Part 2»;

– переключая параметры с помощью кнопки «ПРСМ» выберите и зафиксируйте в таблицах 5.2 – 5.4 данные мощности, напряжения, тока ($p_1, p_2, p_3; u_1, u_2, u_3; i_1, i_2, i_3$) для фаз А, В, С соответственно.

6. По истечению 30 минут вновь зафиксируйте показания потреблённой мощности в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Потреблённая энергия

Время Т, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч	Потребленная реактивная энергия, кВАр·ч

Таблица 5.2 – Параметры сети

Фаза	$U_{\phi}, В$	$I_{\phi}, А$	$PW, кВт$	$PQ, кВАр$	$\cos\varphi$
А					
В					
С					

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличается активная энергия от реактивной в электрических цепях переменного тока?
2. Каково назначение трёхфазных электросчётчиков и в чём их преимущества перед однофазными?
3. Почему важно учитывать реактивную мощность при эксплуатации электроустановок?
4. Какие меры применяются для повышения коэффициента мощности в электрических сетях?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТРЁХФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПРЯМЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСЧЁТЧИКОВ

Цель работы: изучение методов измерения активной и реактивной электрической энергии в трёхфазной системе переменного тока при прямом включении электросчётчика. Закрепление практических навыков сборки схемы с активно-индуктивной нагрузкой и анализа показаний счётчика Энергомера СЕ303.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 6.1.

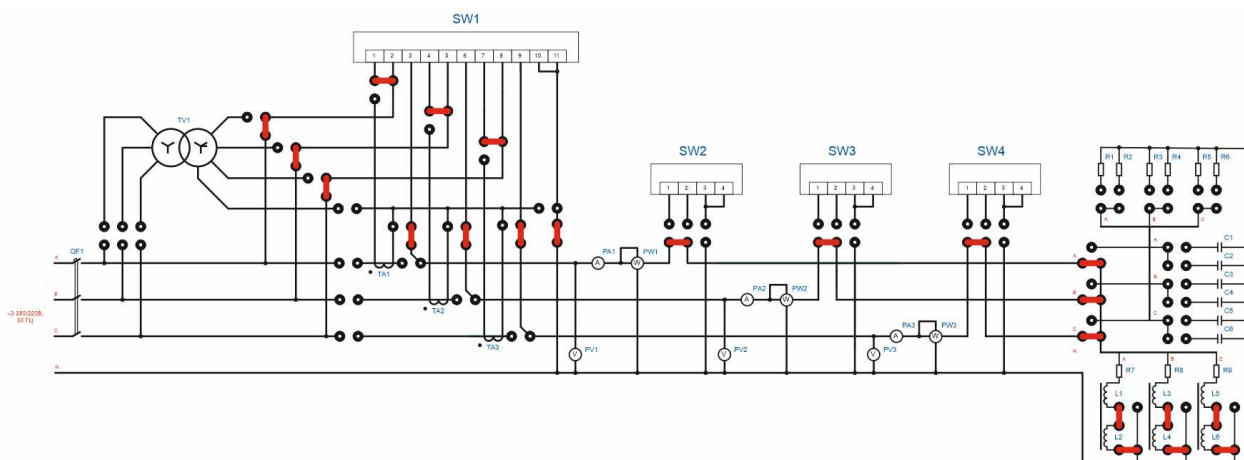


Рисунок 6.1 – Схема подключения трёхфазного счётчика Энергомера СЕ303 к активно-индуктивной нагрузке

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Зафиксируйте значения потребленной энергии на начало эксперимента на счётчике SW1-СЕ303 (см лаб. раб. 4 п. 3), запишите параметры сети в таблицу 6.1.
4. Засеките 30 минут.
5. Запишите параметры сети в таблицу 6.2:
 - с помощью кнопки «КАДР» выберите группу параметров «Part 2»;

– переключая параметры с помощью кнопки «ПРСМ» выберите данные мощности, напряжения, тока ($p_1, p_2, p_3; u_1, u_2, u_3; i_1, i_2, i_3$) для фаз А, В, С соответственно.

6. По истечению 30 минут вновь зафиксируйте показания потреблённой мощности в таблицу 6.1.

7. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.

8. Извлеките все перемычки.

Таблица 6.1 – Потреблённая энергия

Время Т, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч	Потребленная реактивная энергия, кВАр·ч

Таблица 6.2 – Параметры сети

Фаза	$U_{\phi}, В$	$I_{\phi}, А$	$P_{\phi}, кВт$	$Q_{\phi}, кВАр$	$\cos\phi$
А					
В					
С					

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чём принципиальное различие индуктивной и ёмкостной нагрузки?
2. В чём заключается различие между активной и реактивной мощностью?
3. Какие методы применяются для компенсации реактивной мощности в электрических сетях?
4. Как индуктивная нагрузка влияет на коэффициент мощности $\cos\phi$?

3.3 Введите в графе пользователя ADMINISTRATOR, подтвердите.

3.4 Для подключения к счётчику CE303 в основном окне программы выберите устройство CE303 (рис. 7.2).



Рисунок 7.2 – Выбор счётчика CE303

- Если подключение происходит впервые:
 - настройте канал связи;
 - в панели команд выберите «Справочник -> «Канал связи» (рис. 7.3).

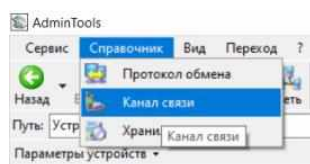


Рисунок 7.3 – Вкладка «Канал связи»

- настройте канал «RS232» (нажмите ПКМ по иконке с соответствующим названием – свойства (рис. 7.4));

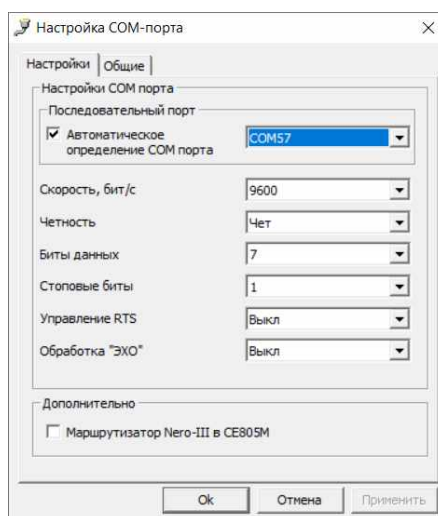


Рисунок 7.4 – Настройка COM-порта

3.5 Настройте параметры авторизации:

- выберите канал связи «RS-232» из выпадающего списка: Выберите настроенный протокол обмена «SmartMetering»;
- выберите протокол обмена «протокол ГОСТ IEC61107-2011»;
- нажмите «Установить соединение»;
- заполните поля «Адрес», «Имя пользователя» и «Пароль»: Адрес – в соответствии с серийным номером, указанным на лицевой панели счётчика (последние девять цифр); Пароль пользователя – 777777.

3.6 Авторизируйтесь в устройстве (нажмите «Авторизация», рис. 7.5).

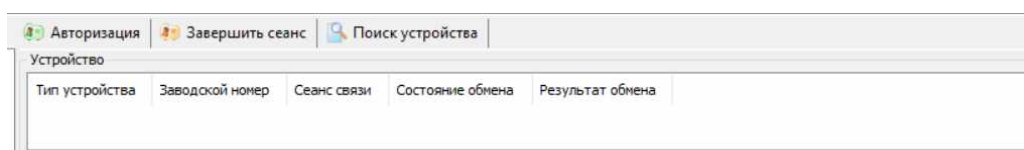


Рисунок 7.5 – Состояние окна «Авторизация»

4. Измените коэффициент трансформации тока:

4.1. В левом дереве проекта выберите пункт «Конфигурация – Общие»; в открывшемся окне выберите раздел «Параметры косвенного включения».

4.2. Запишите в «Коэффициенты трансформации» – «Трансформатора в первичной цепи тока» коэффициент, равный 2, а в «Трансформатора в первичной цепи напряжения» коэффициент, равный 4 (рис. 7.6).

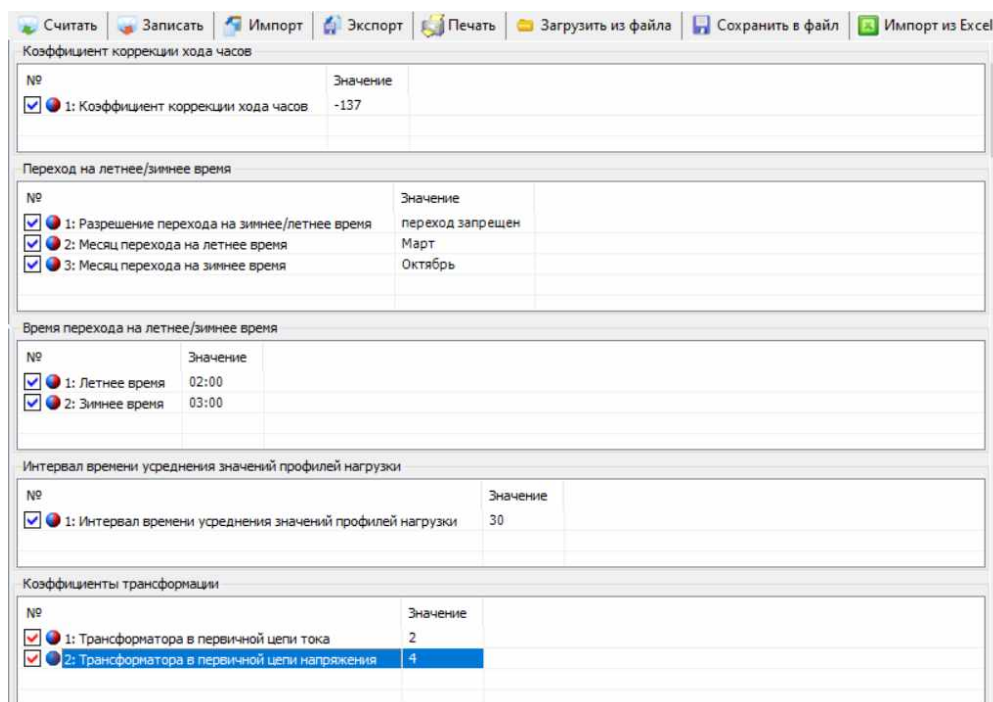


Рисунок 7.6 – Вкладка «Считать»

- 4.3. Нажмите записать.
5. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
6. Добавьте переключки как указано на рис. 7.7.

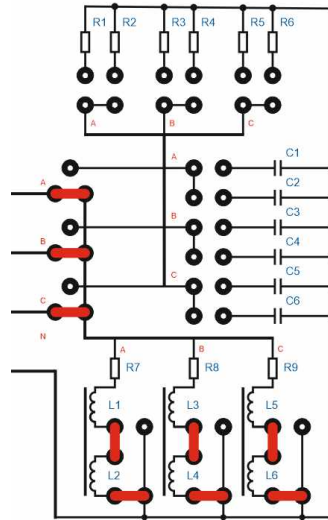


Рисунок 7.7 – Схема расположения переключек для активно-индуктивной нагрузке

7. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
8. Зафиксируйте значения накопленной потреблённой энергии на начало эксперимента в таблицу 7.1.
9. Засеките 30 минут.
10. Запишите параметры сети в таблицу 7.2:
 - с помощью кнопки «ГРУППА» выберите группу параметров GR 3;
 - переключая параметры с помощью кнопки «ПРОСМОТР» зафиксируйте данные активной и реактивной мощности, напряжения, тока, $\cos \varphi$.
11. По истечению 30 минут вновь зафиксируйте показания мощности в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Потреблённая активная энергия

Время Т, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч	Потребленная реактивная энергия, кВАр·ч

Таблица 7.2 – Параметры сети

Фаза	U_{ϕ} , В	I_{ϕ} , А	PW, кВт	PQ, кВАр	PS, кВА	$\cos \varphi$
А						
В						
С						

12. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
13. Извлеките перемычки, добавленные в пункте 6.
14. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
15. Подключитесь к счётчику СЕ303 (пункт 3).
16. Запишите в счётчик коэффициенты трансформации тока и напряжения равные 1 (пункт 4).
17. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
18. Извлеките все перемычки.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение измерительных трансформаторов тока и напряжения в системах учёта электроэнергии?
2. Чем отличается активная мощность от реактивной и полной?
3. Почему важно учитывать реактивную мощность при эксплуатации электроустановок?
4. Как осуществляется подключение счётчика Энергомера СЕ303 через интерфейс RS232?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. УЧЁТ АКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОДНОФАЗНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ТРЕХФАЗНЫХ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНЫХ ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: изучение принципов учёта активной электроэнергии однофазных потребителей, подключённых к трёхфазной четырёхпроводной сети переменного тока. Закрепление навыков работы с однофазными счётчиками в составе трёхфазной системы и анализа их показаний.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок подготовки к работе:

- Убедитесь, что все органы управления находятся в исходном положении (выключено).
- Убедитесь, что на панели стенда отсутствуют установленные перемычки.

1. Соберите схему с помощью перемычек, как показано на рисунке 8.1.

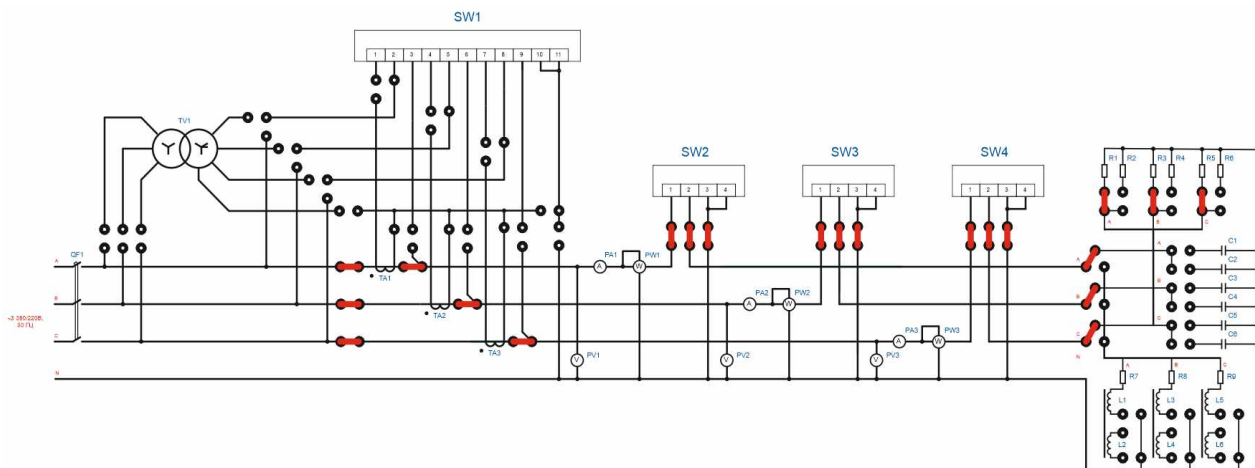


Рисунок 8.1 – Схема подключения однофазных потребителей к трёхфазной четырёхпроводной цепи переменного тока

2. Включите стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Подключитесь к стенду USB кабелем.
4. Снимите показания потреблённой электрической энергии на всех фазах и занесите данные в таблицу 8.1 (аналогично лаб. раб. 2, п. 3).
5. Снимите параметры сети во всех фазах и занесите данные в таблицу 8.2 (аналогично лаб. раб. 2, п. 3).
6. Засеките 30 минут.
7. По истечению времени повторно запишите данные о потреблённой энергии в таблицу 8.1.

8. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
9. Извлеките все перемычки.

Таблица 8.1 – Потреблённая активная энергия

Фаза	Время T, мин	Потребленная активная энергия, кВт·ч
А		
В		
С		

Таблица 8.2 – Параметры сети

Фаза	U_{ϕ} , В	I_{ϕ} , А	P_{W} , кВт	P_{Q} , кВАр	P_{S} , кВА	$\cos\varphi$
А						
В						
С						

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как осуществляется учёт электроэнергии однофазных потребителей в трёхфазной четырёхпроводной сети?
2. Каково назначение однофазных счётчиков в составе трёхфазной системы?
3. Как распределяется нагрузка между фазами в трёхфазной четырёхпроводной сети?
4. Какие преимущества и недостатки имеет использование нескольких однофазных счётчиков вместо одного трёхфазного?

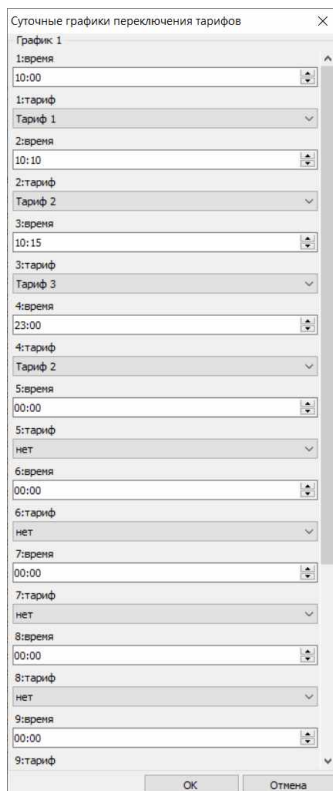


Рисунок 9.2 – Окно настройки графиков

8. Установите время переключения тарифов по заданию преподавателя.
9. Подтвердите, нажмите «Записать».
10. Зайдите в меню «Данные измерений» -> «Группа учёта» -> «Энергия нарастающим итогом с момента обнуления».

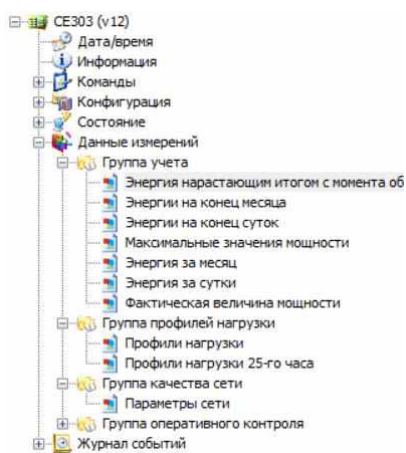


Рисунок 9.3 – Развернутое меню «Данные измерений»

11. В открывшемся окне настройте интервал времени, соответствующий времени проведения занятия; Выберите тарифы в соответствии с настройкой счётчика в пункте 7; выберите данные измерений.
12. Прочитайте данные – нажмите «Считать данные».

13. Запишите полученные данные в таблицу 9.1.
14. Зайдите в меню «Данные измерений» -> «Группа качества сети» -> «Параметры сети».
15. Настройте интервал времени, тарифы, считываемые данные измерений.

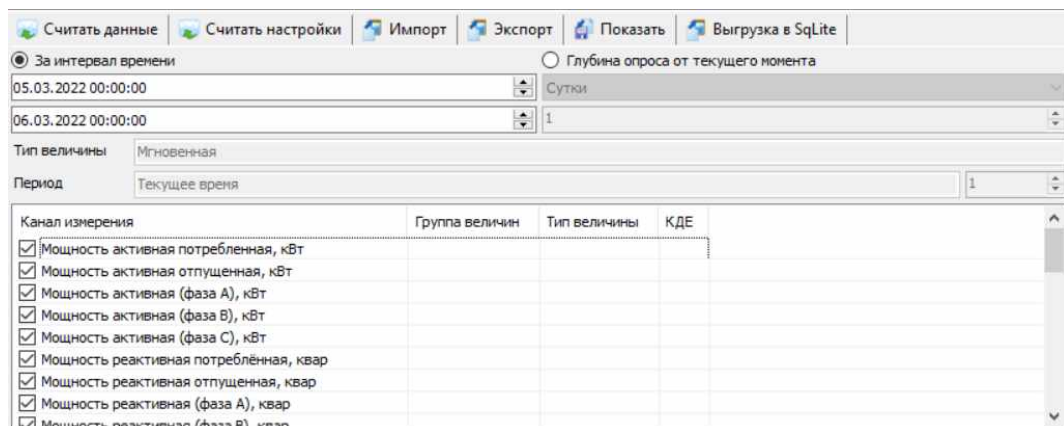


Рисунок 9.4 – Окно настройки интервалов времени

16. Прочитайте данные – нажмите «Считать данные».
17. Запишите полученные данные в таблицы 9.2–9.4.
18. Выключите стенд автоматическим выключателем QF1.
19. Извлеките все перемычки.

Таблица 9.1 – Потребленная активная и реактивная энергия

Время Т, мин	Тариф 1		Тариф 2		Тариф 3		Тариф 4	
	кВт·ч	кВАр·ч	кВт·ч	кВАр·ч	кВт·ч	кВАр·ч	кВт·ч	кВАр·ч

Таблица 9.2 – Параметры сети (фаза А)

Время Т, мин	U _{ФА} , В	I _{ФА} , А	PW _А , кВт	PQ _А , кВАр	PS _А , кВА	cosφ
	(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	(cosφ)
1						
2						

Таблица 9.3 – Параметры сети (фаза В)

Время Т, мин	U _{ФВ} , В	I _{ФВ} , А	PW _В , кВт	PQ _В , кВАр	PS _В , кВА	cosφ
	(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	(cosφ)
1						
2						

Таблица 9.4 – Параметры сети (фаза С)

Время Т, мин	U _{Фс} , В	I _{Фс} , А	PW _с , кВт	PQ _с , кВАр	PS _с , кВА	cosφ
	(PV1)	(PA1)	(PW1)	(PQ1)	(PS1)	(cosφ)
1						
2						

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема.
3. Таблицы с измеренными значениями отображаемых величин.
4. Вывод о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чём заключается принцип многотарифного учёта электроэнергии?
2. Какие преимущества многотарифного учёта по сравнению с однотарифным?
3. Как многотарифный учёт влияет на экономию электроэнергии для потребителя?
4. Какие особенности подключения счётчика существуют при трёхфазной системе?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1) Основы современной энергетики : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" : в 2-х томах. Т. 1 : Современная теплоэнергетика / под общ. ред. Е. В. Аметистова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. – 511 с.

2) Щеглов, Н. В. Электрооборудование высокого напряжения и его эксплуатация : учебное пособие / Н. В. Щеглов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 139 с.

3) Основы современной энергетики : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" : в 2-х томах. Т. 2 : Современная электроэнергетика / И. М. Бортник, А. П. Бурман, П. А. Бутырин [и др.] ; под общ. ред. Е. В. Аметистова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. – 677 с.

4) Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 363 с.

5) Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. – Новосибирск : НГТУ, 2016. – 400 с.

6) Филиппова, Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник для студентов энергетических специальностей / Т. А. Филиппова, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – 3-е изд. – Новосибирск : НГТУ, 2018. – 356 с.

7) Электрооборудование высокого напряжения и его эксплуатация : учебное пособие / Н. В. Щеглов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 139 с.

8) Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – 258 с.

Учебное издание

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Методические указания
для выполнения лабораторных работ

Составители:

Жерносек Сергей Васильевич
Дрюков Василий Васильевич
Мовсесян Владимир Юрьевич
Рудаков Святослав Андреевич

*Редактор Р.А. Никифорова
Корректор А.С. Прокопюк
Компьютерная верстка С.А. Рудаков*

Подписано к печати 24.04.2026. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,1.
Уч.-изд. листов 2,5. Тираж 30 экз. Заказ № 90.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.