МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з виконання самостійних робіт дисципліни

«МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ»

для студентів спеціальності
151 – Автоматизація і комп’ютерно-інтегровані технології
освітньої програми «Промислова автоматика»
усіх форм навчання

2021

Методичні вказівки з виконання самостійних робіт дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація» для студентів спеціальності 151 – Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання. /Укл: О.С. Назарова, І.А. Андріяс – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 22 с.

Укладачі:

О.С. Назарова, к.т.н., доцент
І.А. Андріяс, к.т.н., доцент

Рецензент: А.В. Пирожок, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: О. С. Назарова, к.т.н., доцент

Затверджено
на засіданні кафедри
Електропривода і автоматизації
промислових установок
протокол № 09 від 22.03.2021 р.

Рекомендовано
до видання НМК ЕТФ
протокол № 07 від 20.05.2021 р.

ЗМІСТ

Передмова 4
Основні питання дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація» …….. 5
Питання модулів самостійної роботи…… 9
Завдання №1
Визначення характеристик амперметра 10
Завдання №2
Розрахунок абсолютних та відносних похибок ……... 13
Завдання №3
Вимірювання активної і реактивної потужності…….. 17
Перелік посилань 20

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки містять основні питання, питання модулів самостійної роботи та опис трьох практичних завдань для самостійного виконання з дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація» у відповідності до навчальних планів ОКР бакалаврів і рекомендації до їх виконання.

Студенти повинні знати: законодавчі, технічні та організаційні основи метрології при виконанні завдань, стосовно оцінки точності вимірювання та контролю якості продукції; правила, вимоги і норми, державні акти і нормативно-технічні документи щодо стандартизації і контролю якості продукції, дотримуватися їх в своїй практичній діяльності.

Студенти повинні вміти: правильно вибрати метод і апаратуру для вимірювання відповідних фізичних величин, зібрати схему і виконати вимірювання на практиці, зробити обробку результатів та дати оцінку похибок.

Для студентів спеціальності 151 – Автоматизація і комп’ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання.

Основні питання дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація»

1. Основні поняття та визначення метрології.
1.1. Предмет, методи, засоби і напрями метрології.
1.2. Фізична величина - основне поняття метрології.
1.3. Основне рівняння вимірювання.
1.4. Класифікація вимірювань.
2. Засоби вимірювальної техніки.
2.1. Вимірювальні пристрої.
2.1.1. Відтворення фізичних величин. Міра.
2.1.2. Вимірювальне перетворення фізичної величини.
2.1.3. Компаратор. Порівняння фізичних величин.
2.1.4. Масштабне вимірювальне перетворення.
2.1.5. Числовий вимірювальний перетворювач.
2.2. Засоби вимірювання.
3. Методи вимірювань.
3.1. Похибки вимірювань. Класифікація похибок вимірювання.
3.1.1. Систематичні похибки і методи їх вилучення.
3.1.2. Випадкові похибки.
3.1.3. Оцінка випадкових похибок прямих вимірювань.
3.1.4 Оцінка випадкових похибок опосередкованих вимірювань.
3.2. Властивості засобів вимірювань.
3.2.1. Статичні метрологічні характеристики.
3.2.2. Похибки засобів вимірювань. Клас точності.
3.3. Повірка засобів вимірювальної техніки.
3.4. Державна система забезпечення єдності вимірювань.
4. Електромеханічні вимірювальні прилади.
4.1. Магнітоелектричні прилади.
4.1.2. Магнітоелектричний вимірювальний перетворювач.
4.1.3. Магнітоелектричні амперметри.
4.1.4. Магнітоелектричні вольтметри.
4.1.5. Магнітоелектричні гальванометри.
4.1.6. Магнітоелектричні омметри.
4.1.7. Випрямні прилади.
4.1.8. Термоелектричні прилади.
4.2. Електромагнітні прилади.

4.2.1. Електромагнітний вимірювальний перетворювач.
4.2.2. Електромагнітні амперметри.
4.2.3. Електромагнітні вольтметри.

4.3. Електродинамічні прилади.
4.3.1. Електродинамічний вимірювальний перетворювач.
4.3.2. Амперметри, вольтметри і ватметри електродинамічної системи.
4.3.3. Феродинамічний вимірювальний перетворювач.
4.3.4. Електромеханічні частотоміри і фазометри.
4.4. Електростатичні прилади.
4.4.1. Принцип дії електростатичних приладів.
4.4.2. Переваги та недоліки електростатичних приладів.
5. Вимірювання енергії і потужності.
5.1. Вимірювальні трансформатори змінного струму та напруги.
5.1.1. Вимірювальні трансформатори струму (ВТС).
5.1.2. Вимірювальні трансформатори напруги (ВТН).
5.2. Вимірювання потужності.
5.2.1. Вимірювання активної потужності в трифазних колах.
5.2.2. Трифазні ватметри.
5.2.3. Вимірювання реактивної потужності.
5.2.4. Похибки вимірювання потужності, які вносяться вимірювальними трансформаторами.
6. Вимірювання електричної енергії індукційними лічильниками.
7. Електронні, цифрові та мікропроцесорні вимірювальні прилади.
7.1. Електронні аналогові прилади.
7.1.1. Електронні вольтметри.
7.1.2. Електронні частотоміри.
7.1.3. Електронні фазометри.
7.2. Вимірювання магнітних величин.
7.2.1. Вимірювальні перетворювачі магнітних величин.
7.2.2. Індукційні перетворювачі.
7.2.3. Гальваномагнітні перетворювачі.
7.2.4. Гальваномагніторекомбінаційні перетворювачі.
7.2.5. Феромодуляційні перетворювачі.
7.2.6. Ядерні перетворювачі.

7.3. Вимірювання неелектричних величин.

7.3.1. Особливості вимірювання неелектричних величин.

7.3.2. Узагальнена структурна схема.

7.3.3. Параметричні вимірювальні перетворювачі.

7.3.4. Резистивні перетворювачі.

7.3.5. Ємнісні перетворювачі.

7.3.6. Індуктивні перетворювачі.

7.4. Цифрові вимірювальні прилади.

7.4.1 Квантування і дискретизація.

7.4.2. Похибки цифрових вимірювальних приладів.

7.4.3. Класифікація цифрових вимірювальних приладів.

7.4.4. Цифровий частотомір середніх значень.

7.5. Мікропроцесорні вимірювальні системи.

7.5.1. Функції, що виконуються мікропроцесорами у вимірювальних системах.

7.5.2. Архітектура мікропроцесорної системи.

7.5.3. Покращення метрологічних характеристик.

7.5.4. Процесорні похибки вимірювань.

8.Стандартизація.

8.1 Загальні відомості про стандартизацію. Основні терміни та їх визначення зі стандартизації.

8.2. Організація роботи зі стандартизації в Україні

8.2.1 Центральний орган виконавчої влади у сфері стандартизації

8.2.2 Рада стандартизації

8.2.3 Мета та основні принципи державної політики у сфері стандартизації

8.2.4 Об’єкти стандартизації

8.3 Стандарти та їх застосування

8.3.1 Порядок розроблення і прийняття, перевірки, внесення змін та перегляду стандартів.

8.3.2 Порядок застосування стандартів.

8.3.3 Види стандартів.

8.3.4 Позначення стандартів і нормативних документів.

8.4 Системи стандартів

8.4.1 Державна система стандартизації.

8.4.2 Єдина система конструкторської документації (ЄСКД).

8.4.3 Єдина система технологічної документації (ЄСТД).

8.4.4 Державна система забезпечення єдності вимірювань (ДСВ).

8.4.5 Система стандартів безпеки праці (ССБП).

8.4.6 Нормоконтроль технічної документації (стандартизаційний контроль)

8.5 Порядок впровадження стандартів і державний нагляд за їх додержанням

8.5.1 Порядок впровадження стандартів.

8.5.2 Державний нагляд за «впровадженням і додержанням стандартів».

8.5.3 Техніко-економічна ефективність стандартизації.

9. Сертифікація.

9.1. Основні поняття, мета та об’єкти сертифікації.

9.2. Роль сертифікації у підвищенні якості продукції.

9.3. Якість та конкурентоспроможність продукції.

9.4. Основні поняття та визначення у галузі якості продукції.

9.5. Взаємозв’язок кількості та якості продукції.

9.6. Контроль та оцінка якості продукції.

9.7. Кількісна оцінка якості продукції (кваліметрія).

9.8. Методи визначення показників якості продукції.

9.9. Управління якістю продукції.

9.10. Сертифікація систем якості.

9.11. Аудит якості.

9.12. Системи сертифікації.

9.13. Правила та послідовність проведення сертифікації.

9.14. Акредитація органів із сертифікації та випробувальних лабораторій.

9.15. Тенденції розвитку діяльності України в галузі сертифікації.

9.16. Знак відповідності і правила його застосування.

9.17. Маркування товарів.

9.18. Міжнародні знаки відповідності продукції.

Питання модулів самостійної роботи

Змістовий модуль самостійної роботи 1

Тема 1. Одиниця вимірювання часу, засоби вимірювання часу та історія їх розвитку.

Тема 2. Види фізичних величин та вимірювальні шкали: шкала найменувань, порядку, інтервалів, відношень, абсолютні шкали.

Тема 3. Реєстру-вальні електроме-ханічні прилади.

Тема 4. Обробка прямих і непрямих результатів вимірювань.

Тема 5. Класифікація приладів для вимірювання струму та напруги.

Тема 6. Масштабні вимірювальні перетворювачі: струмові шунти, додаткові резистори, подільники напруги, вимірювальні підсилювачі, вимірювальні трансформатори.

Тема 7. Вимірювання коефіцієнта потужності, кута зсуву фаз та частоти.

Змістовий модуль самостійної роботи 2

Тема 1. Прилади для вимірювання та реєстрації величин, які змінюються у часі.

Тема 2. Електронний і світлопроменевий осцилограф.

Тема 3. Мікропроцесорний вимірювач кутової швидкості.

Тема 4. Мікропроцесорний вимірювач моменту інерції.

Тема 5. Мікро-процесорний вимірювач пуско-вого моменту.

Тема 6. Вимірювально-обчислюваліні комплекси і їх застосування.

Тема 7. Електронні частотоміри та фазометри.

Тема 8. Сенсори струму і напруги на основі ефекта Холла.

Тема 9. Вимірювання характеристик постійних магнітних полів веберметром.

Тема 10. Еталони основних фізичних величин. Еталон – порівняння. Робочий еталон. Поодинокий еталон. Груповий еталон. Еталонний набір.

Тема 11. Архівні еталони мір. Історія виникнення мір. Міри, які вже не використовуються.

Тема 12. Методи здійснення повірки засобів вимірювальної техніки.

Завдання №1

Визначення характеристик амперметра.

В таблиці 1.1 задані технічні та метрологічні характеристики амперметра:

$I_{ном}$ – номінальний струм;
N – число поділок;
C – ціна поділки;
S – чутливість;
γ – клас точності;
Δ - найбільша абсолютна похибка;
δ - найбільша відносна похибка;
I – струм;
$I_д$ – дійсне значення струму.
Визначити величини відмічені прочерком.

Таблиця 1.1 – Дані для виконання індивідуального завдання згідно варіанта, який визначає викладач

№	$I_{ном}$ A	N под	C A/под	S под/ A	γ %	Δ мА	δ %	I A	$I_д$ A
1	20	-	0,4	-	-	-800	-	15	-
2	-	100	-	40	-	-	1,25	-	2
3	-	150	-	-	0,5	7,5	-	1,25	-
4	-	-	0,2	-	2,5	-	-	10,5	10,875
5	-	-	-	10	1	-	-	-	1±0,03
6	-	-	-	20	0,2	10	0,25	-	-
7	10	50	-	-	-	-	-	5	4,75
8	5	-	0,2	-	1,5	-	-2,5	-	-
9	-	75	0,02	-	-	-15	-	-	1,25

Продовження таблиці 1.1

10	2,5	100	-	-	-	12,5	1,25	-	-
11	10	-	-	10	-	-	-	3,6	4
12	-	30	-	5	2,5	-	-	4	-
13	10	40	-	-	-	-	-	-	6±0,25
14	-	150	-	75	-	-4	-	1,24	-
15	2	-	-	10	-	-	2	-	1,5
16	-	-	0,3	-	4	600	-	-	12
17	3	-	0,04	-	1,5	-	-	-	2
18	-	-	-	8,333	1	-	2	3	-
19	0,75	-	0,025	-	-	-	-0,6	-0,25	-
20	-	150	-	150	-	-	-	-0,68	0,675
21	2,5	-	0,05	-	-	-100	-7,143	-	-
22	-	-	0,015	-	1,5	-	-	1,2225	1,2
23	7,5	-	0,1	-	-	187,5	-	4,8	-
24	-	-	0,167	-	1	-	-1,429	-	3,5
25	1	-	-	100	2,5	-	-5	-	-
26	-	150	0,02	-	-	-	-	-	2±0,12
27	-	30	-	60	-	-	-0,333	-	0,15
28	-	-	0,25	-	4	-	4,8	-	12,5
29	-	30	-	-	0,2	-0,6	-	0,08	-
30	0,5	100	-	-	-	-	-	0,275	0,28
31	15	150	-	-	0,5	-	-	12,5	-

Приклад №1 (Варіант 31)

Дано:
$I_{ном}$ – 15 А
N – 150
γ – 0,5 %
I – 12,5 А

C,S,Δ,δ,$I_д$ - ?

Рішення:

$$C = \frac{I_{ном}}{N} = \frac{15}{150} = 01\,\frac{A}{под}$$

$$S = \frac{1}{C} = \frac{1}{0,1} = 10\,\frac{под}{A}$$

$$\Delta = \pm\gamma\frac{I_{ном}}{100\%} = \pm 0,5\,\frac{15}{100\%} \pm 0,075$$

$$I_д = I - \Delta = 12,5 \pm 0,075\,A$$

$$\delta \approx \frac{\Delta}{I} * 100\% = \frac{\pm 0,075}{12,5} * 100\% = \pm 0,6\%$$

Контрольні питання для самоперевірки:

1. Системи одиниць вимірювання.
2. Структурна схема електромеханічного приладу прямої дії.
3. Якісні показники електромеханічних приладів прямої дії
4. Призначення, склад та схема включення шунта
5. Що таке повірка вимірювального приладу та як вона здійснюється?

Завдання №2

Розрахунок абсолютних та відносних похибок

Розрахувати абсолютну і відносну при вимірюванні:

Опору “R” (варіанти 1-5, рис. 2.1, таблиця 2.1)
Потужності “P” (варіанти 6-10, рис. 2.1, таблиця 2.2)
Потужності “P” (варіанти 11-15, рис. 2.2, таблиця 2.3)
Потужності “P” (варіанти 16-20, рис. 2.3, таблиця 2.4)
Напруги “U1” (варіанти 21-25, рис. 2.4, таблиця 2.5)
Струму “I” (варіанти 26-30, рис. 2.5, таблиця 2.6)

У таблиці задані:

$U_{ном}$, $I_{ном}$ – номінальна напруга, струм приладу;
U, I, R, P – значення напруги, струму, опору, потужності;
γ – клас точності приладу.

Таблиця 2.1 - Дані для індивідуального завдання

Варіант	Вольтметр, V			Амперметр, A		
	$U_{ном}$, В	U, В	γv, %	$I_{ном}$, A	I, A	γA, %
1	75	60	4	1	0,4	1,5
2	100	80	1,5	2,5	2,2	1
3	150	125	0,2	10	8	4
4	300	22	0,5	20	12	2,5
5	600	380	1	0,5	0,4	0,5

Таблиця 2.2 - Дані для індивідуального завдання

Варіант	Вольтметр, V			Амперметр, А		
	$U_{ном}$, В	U, В	γv, %	$I_{ном}$, А	I, А	γA, %
6	30	25	4	1	0,6	1
7	150	110	1,5	2,5	2	4
8	300	250	0,5	5	4	0,5
9	60	40	2,5	2	1,5	2,5
10	15	10	0,2	0,25	0,2	1,5

Таблиця 2.3 - Дані для індивідуального завдання

Варіант	Амперметр, А			R, Ом, %
	$I_{ном}$, А	I, А	γ, %	
11	0,5	0,4	0,5	200±4%
12	1	0,6	1	250±5%
13	2	1,2	4	150±2%
14	2,5	2	1,5	100±2,5%
15	5	4,4	2,5	50±1%

Таблиця 2.4 - Дані для індивідуального завдання

Варіант	Амперметр, А			R, Ом, %
	$I_{ном}$, А	I, А	γ, %	
16	30	25	2,5	200±5%
17	300	220	1	250±4%
18	150	127	4	150±2%
19	600	380	0,5	100±2%
20	75	50	1,5	50±1%

Таблиця 2.5- Дані для індивідуального завдання

Варіант	Вольтметр, V1			Вольтметр, V2			
	$U_{ном}$, В	U, В	γ, %	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	P, Вт	γw, %
26	100	60	0,2	75	1	40	0,5
27	300	120	4	150	2,5	200	1
28	150	127	1,5	300	5	450	1,5
29	300	220	0,5	600	10	600	0,2
30	600	250	1	300	10	800	2,5

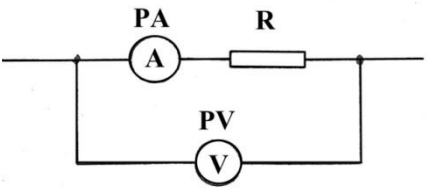


Рисунок 2.1

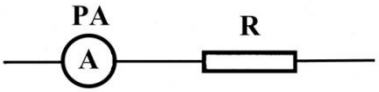


Рисунок 2.2

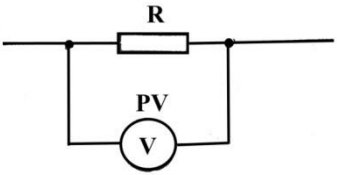


Рисунок 2.3

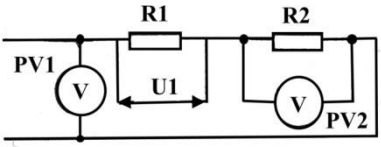


Рисунок 2.4

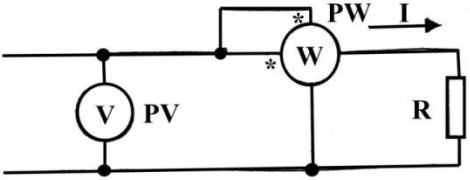
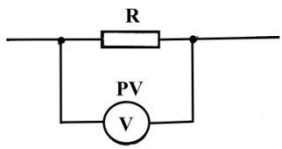


Рисунок 2.5

Приклад 2

Дано:



Uном – 150 В
U – 120 В
γ – 1,5 %
R - 100±2 Ом
Δ_I, δ_I - ?

Рішення

Найбільша абсолютна похибка вольтметра:

$$\Delta U = \pm\gamma\frac{U_{ном}}{100\%} = \pm 1{,}5\%\frac{150}{100\%} = \pm 2{,}25\ В$$

Найбільша абсолютна похибка опору:

$\Delta_R = \pm 2\ \%$

Струм в опорі:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{100} = 1{,}2\ A$$

Найбільша абсолютна похибка при вимірюванні струму:

$$\Delta_i = \left|\Delta_u * \frac{df}{dU}\right| + \left|\Delta_R * \frac{df}{dR}\right| = \left|\frac{\Delta_u}{R}\right| + \left|\frac{U\Delta_R}{-R^2}\right| = \pm\left(\frac{2.25}{100} + \frac{2*120}{100^2}\right) = \pm 0.0465\ A$$

Найбільша відносна похибка при вимірювані струму:

$$\delta_I = \frac{\Delta_I}{I} * 100\% = \pm\frac{0{,}0465}{1{,}2} * 100\% = \pm 3{,}875\%$$

Кінцевий результат вимірювання струму:

I = (1,2 ± 0,0465) А, або I = 1,2 А ± 3,875 %

Контрольні питання для самоперевірки:

1. Одиниці вимірювання електричних величин.
2. Вибір методу та засобів вимірювання , похибка вимірювання.
3. Як визначити поріг допустимої абсолютної похибка приладу, якщо відомий його клас точності?
4. Що таке приведена похибка вимірювального приладу?

Завдання № 3

Вимірювання активної і реактивної потужності

Для вимірювання активної (рис. 3.1) і реактивної (рис.3.2) потужності трифазного симетричного споживача електроенергії використовували дві схеми вмикання однакових ватметрів W1 і W2.

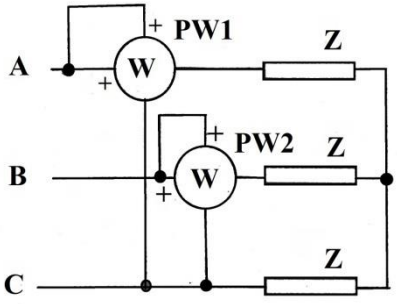


Рисунок 3.1

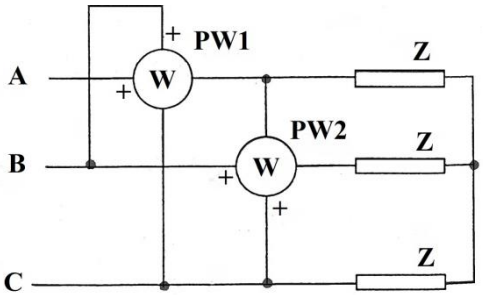


Рисунок 3.2

В таблиці задані:

$U_л$, $I_л$ – лінійна напруга і струм;
P_1, P_2 – показання ватметрів W1 і W2 в схемі на рис. 3.1;
P'_1, P'_2 – показання ватметрів W1 і W2 в схемі на рис. 3.2;
P, Q, S – активна, реактивна і повна потужності споживача
γ – кут зсуву фаз споживача.
Визначити величини відмічені прочерком у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Варіанти завдання

№	Uл В	Iл А	P1 Вт	P2 Вт	P'1=P'2 Вт	P Вт	Q вар	S ВА	γ град
1	380	1,5	-	403	-	-	-	-	-
2	-	2	220	-	-	-	-	762	-
3	220	-	-	-	500	-	-	1225	-
4	-	2,5	728	1646	-	-	-	-	-

Продовження таблиці 3.1

5	380	-	-	1209	600	-	-	-	-
6	220	4,4	-	-	-	-	-	-	0
7	-	5,33	1995	-	-	-	1200	-	-
8	220	-	-	1500	-	1500	-		-
9	-	2,84	-	-	-	-	-670	1869	-
10	-	5,25	1000	-	-	1000	-	-	-
11	220	-	-	-	-400	-	-	-	-15
12	380	-	-	-200	-	-	1855	-	-
13	380	-	-	-	700	3330	-	-	-
14	220	-	-	840	-	-	-	-	18
15	380	-	-	300	-	-	-	600	-
16	220	5	285	-	-	-	-	-	-
17	-	3	-	-	-	1512	1268	-	-
18	-	8,61	1086	-	-800	-	-	-	-
19	380	-	-	-	-	-	400	1170	-
20	380	5	-	-	950	-	-	-	-
21	220	-	-	-	-	200	-	-	-22
22	-	3,16	1200	600	-	-	-	-	-
23	380	1,9	-	-	-	-	324	-	-
24	-	4,25	650	-	-	-	-	-	-16
25	-	4,5	700	-	-256	-	-	-	-
26	380	-	-	-	-	-	-560	-	-12
27	380	-	-	-	1600	1000	-	-	-
28	-	7,73	-	-	-900	2500	-	-	-
29	-	2,16	-	-	-	-	-	1420	20
30	380	-	800	1000	-	-	-	-	-
31	220	2,72	-	-	300	-	-	-	-

Приклад 4: (варіант 31)

Дано:

Uл -220 В

Iл – 2,72 А

P'1=P'2 - 300 Вт

P1, P2, P, Q, S, γ - ?

$$Q = \sqrt{\frac{2}{3}}\left(P_1^{'} + P_2^{'}\right) = \sqrt{3} * 300 = 520\ вар$$

$$S = \sqrt{\frac{2}{3}} U_л I_л = \sqrt{3} * 220 * 2{,}72 = 1036\ ВА$$

$$\sin\gamma = \frac{Q}{S} = \frac{520}{1036} \approx 0.5;\ \gamma = 30^{\circ}$$

$$P_1 = U_л I_л \cos(30^\circ - \gamma) = 220 * 2{,}72 \cos(30^\circ - 30^\circ) = 598\ Вт$$

$$P_2 = U_л I_л \cos(30^\circ + \gamma) = 220 * 2{,}72 \cos(30^\circ + 30^\circ) = 299\ Вт$$

$$P = P_1 + P_2 = 598 + 299 = 897\ Вт$$

Контрольні питання для самоперевірки:

1. Ватметрами яких систем можна вимірювати потужність постійного та змінного струму?
2. Якими способами можна визначити кут зсуву фаз споживача в цій роботі?
3. Як визначити верхній поріг вимірювання ватметра, цену поділу та максимальну допустиму похибку в ватах?
4. В яких випадках застосовуються методи одного, двух чи трьох приладів в трьохфазних ланках?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник : затв. МОНУ / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 538 с.

2. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник [Текст] / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук та ін. ; за ред. Є. С. Поліщука.- 2-ге вид., доп. та перероб. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – 544 с.

3. Электрические измерения: учебник для студ. электроэнерг. и электротехн. спец. вузов / Л. И. Байда, Н. С. Добротворский, Е. М. Душин и др. ; под ред. А. В. Фремке, Е. М. Душина.- 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1980. – 392 с.

4. Коваленко, І. О. Метрологія та вимірювальна техніка: навчальний посібник / І. О. Коваленко, А. М. Коваль. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 651 с.

5. Цюцюра, В. Д. Метрологія та основи вимірювань: навч. посібник / В. Д. Цюцюра, С. В. Цюцюра. – Київ : Знання- Прес, 2003. – 180 с.

6. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук та ін. ; за ред. Є. С. Поліщука.- 2-ге вид., доп. та перероб. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – 544 с.

7. ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. – К., Держстандарт України, 2006.

8. Назарова О. С. Ідентифікація кутової швидкості при завадах в оптичній системі енкодера / О.С. Назарова, В. В. Осадчий, І. А. Мелешко, М. О. Олєйніков // Вісник НТУ «ХПІ» - Харків, 2019. – С.65-69. https://doi.org/10.20998/2079-8024.2019.16.12

9. Осадчий В. В. Дослідження позиційного електропривода двомасової системи з внутрішнім слідкуючим контуром / В. В. Осадчий, О. С. Назарова, М. О. Олєйніков // Вісник НТУ «ХПІ» - Харків, 2019. – С.47-54. https://doi.org/10.20998/2079-8024.2019.16.09

10. Шишкин И. Ф. Теоретическая метрология: учеб. для вузов. Ч. 1. Общая теория измерений / И. Ф. Шишкин.- 4-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 192 с.

11. Сергеев А. Г. Метрология: учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. – Москва : Логос, 2002. – 407 с.

12. Осадчий, В.В. Структура системы управления 4-х приводной силовой установки для электрических транспортных средств [Текст] / В.В. Осадчий, Е.С. Назарова, В.В. Брылистый // Проблемы региональной энергетики (специальный выпуск), 2019. – № 1-2(41) 2019. – С. 65-73. DOI: 10.5281/zenodo.3239150

13. Осадчий, В. В. Ідентифікація ступеня завантаження двошвидкісного ліфта [Електронний ресурс] / В. В. Осадчий, О. С. Назарова, С. С. Шульженко // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2018. – № 27(103).– С. 103-111. http://dx.doi.org/ 10.15276/eltecs.27.103.2018.11

14. Nazarova Olena. Computer Modeling of Multi-Mass Electromechanical Systems. The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020). CEUR-WS.org/Vol-2608/paper36.pdf

15. Назарова, Е. С. Особенности моделирования электромеханических систем с переменным моментом инерции / Е. С. Назарова, Р. А. Ефименко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2017. – № 27(1249). – С. 71-74.

16. Осадчий, В. В. Исследование системы управления позиционным электроприводом с дискретным датчиком положения / В. В. Осадчий, Е. С. Назарова, В. В. Брылистый, Р. И. Савилов // Вісник НТУ «ХПІ». – 2017. – № 27(1249). – С. 146-149.

17. Цюцюра В. Д. Метрологія та основи вимірювань: навч. посібник / В. Д. Цюцюра, С. В. Цюцюра. – Київ : Знання- Прес, 2003. – 180 с.

18. Назарова, Е. С. К вопросу разработки систем диагностирования электромеханических систем станов холодной прокатки / Е. С. Назарова // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – № 1. – С. 36-41.DOI: https://doi.org/10.15588/1607-6761-2013-1-6

19. Электрические измерения: учебник для студ. электроэнерг. и электротехн. спец. вузов / Л. И. Байда, Н. С. Добротворский, Е. М. Душин и др. ; под ред. А. В. Фремке, Е. М. Душина.- 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1980. – 392 с.

20. Пустовая О. А. Электрические измерения: учебное пособие / О. А. Пустовая. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 247 с.

21. Кузенков М.В., Середкин В.Г. Методы, техника измерений и математическая обработка данных – Красноярск, 2009.- 244 с.

22. Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація: навч. посібник / В.І. Корсун, В.Т. Бєлан, Н.В. Глухова. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 147 с .

23. Метрология, стандартизация, сертификация и электро-измерительная техника : учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – СПб.: Питер, 2006. – 368 с.

24. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и средства измерения: Учеб. для вузов / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов – М.: Высш. шк., 2001.– 205 с.

25. Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація та сертифікація. Підручник / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. За заг. ред. В.В. Тарасової. – К.: Центр навч. літератури, 2006. – 264 с.

26. Кулинич, Е.М. Лабораторний стенд з бездротовим інтерфейсом для дослідження електроприводу постійного струму / Е.М. Кулинич, О.С. Назарова, Д.В. Гончаров, С.Г. Чернишев, В.В. Піскун // Електроенергетика та електротехніка, 2020. - №3. – С.24-36. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-6761-2020-3-3

27. Закон України «Про стандартизацію». - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18

28. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели: Учеб. пособие для вузов / Н. Г. Назаров. – М. : Высш. школа, 2002. – 348 с.

29. Полішко С. П., Трубенок О. Д. Точність засобів вимірювань: навчальний посіб. для студ. вузів з спец. «Приладобудування». – К.: Вища шк., 1992. – 173 с.

30. Бичківський Р. В., Столярчук П. Г., Гамула П. Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація : підручник / за ред. Р. В. Бичківського. – Львів: Львівська політехника, 2002. – 560 с.

31. Nazarova, O.S. Experimental research and computer modeling of the obstruction occurrence in the pneumatic conveying systems peculiarities / O.S. Nazarova, I.A. Meleshko // Herald of Advanced Information Technology, 2020, Vol.3, No.1, pp. 428–439. DOI: 10.15276/hait 01.2020.9

32. Portable Colour Digital Storage Oscilloscope OWON PDS Series. User Manual. - Режим доступу: http://www.saelig.com/downloads/pds5022s.pdf