

**Міністерство освіти і науки України
Жовтоводський промисловий фаховий коледж
Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара
Циклова комісія електротехнічних дисциплін**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора

з навчально-виховної роботи

_____ А.І. Кондратенко

«___» _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електричні та технічні вимірювання

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальність: 14 1 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

2020–2021 навчальний рік

РОБОЧА ПРОГРАМА _____ Електричні та технічні вимірювання _____ для студентів

Галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

РОЗРОБНИК: Кондратенко А.І., викладач спеціальних дисциплін, спеціаліст вищої категорії

Робочу програму схвалено на засіданні циклової комісії електротехнічних дисциплін

Протокол від «_____» _____ 20__ року №_____

Голова циклової комісії _____ П.М. Науменко

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання		
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	Нормативна		
Модулів – 2	Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки		
Змістових модулів – 6		2-й	-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання ___-___		Семестр		
Загальна кількість годин –120		4-й	5-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 72 самостійної роботи студента –48	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Молодший спеціаліст	Лекції		
		20 год.	26 год.	год.
		Практичні		
		8 год.	- год.	год.
		Семінарські		
		год.	год.	год.
		Лабораторні		
		4 год.	14 год.	год.
		Самостійна робота		
		22 год.	26 год.	год.
		Індивідуальні завдання:		
- год.				
Вид контролю:				
КР	Диф. залік			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Електричні та технічні вимірювання» є набуття студентами компетенцій, знань, умінь і навичок у галузі електричних вимірювань для опанування предметів циклу професійної та практичної підготовки та здійснення в подальшому професійної діяльності зі спеціальності.

Основні завдання вивчення навчальної дисципліни «Електричні та технічні вимірювання»:

- навчити студентів знати принцип дії, властивості, характеристики розповсюджених засобів вимірювань електричних, магнітних та неелектричних величин;
- отримати навички користування вимірювальним обладнанням;
- навчити вибирати засоби і методи вимірювань;
- навчити виконувати вимірювання і оцінювати їхні похибки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основи метрології;
- будову, принцип дії, характеристики і сферу застосування електровимірювальних приладів;
- методику визначення похибок вимірювання;
- міри основних електричних величин;
- способи вимірювання електричних, неелектричних і магнітних величин;
- умовні позначення на шкалі приладів
- заходи безпеки при виконанні електричних вимірювань;
- сучасні досягнення і перспективи розвитку електровимірювальної техніки,

вміти:

- складати схеми приєднання електровимірювальних приладів;
- визначати значення вимірюваної величини і точність вимірювання;
- користуватися електровимірювальними приладами при виконанні вимірювальних задач з дотриманням вимог з техніки безпеки;
- користуватися каталогами, довідниковою літературою.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи метрології

Тема 1. Вступ. Терміни і визначення в метрології. Види та методи вимірювання.

Тема 2. Засоби вимірювання та їх класифікація

Тема 3. Метрологічне забезпечення вимірювань. Державна система єдності вимірювань.

Тема 4. Класифікація похибок вимірювання.

Тема 5. Зменшення похибок вимірювань. Ймовірнісні методи оцінки точності вимірювання. Коефіцієнти Стьюдента.

Тема 6. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Класи точності засобів вимірювання.

Тема 7. *Практична робота №1. Визначення точності вимірювань за технічними характеристиками вимірювальних приладів.*

Тема 8. Міри основних електричних величин.

Змістовий модуль 2. Засоби електричних вимірювань

Тема 9. Загальні відомості про аналогові електровимірювальні прилади. Будова електровимірювальних приладів.

Тема 10. Принцип дії та особливості застосування приладів магнітоелектричної системи.

Тема 11. Принцип дії та особливості застосування приладів електромагнітної системи.

Тема 12. *Лабораторна робота №1. Повірка технічного вольтметра.*

Тема 13. Принцип дії та особливості застосування приладів електродинамічної та феродинамічної систем.

Тема 14. Принцип дії та особливості застосування приладів електростатичної системи та індукційної системи.

Тема 15. *Лабораторна робота №2. Повірка технічного ватметра.*

Тема 16. Реєструючі вимірювальні прилади. Методи реєстрації вимірювальної інформації. Види діаграмних стрічок.

Тема 17. Електронні вимірювальні прилади.

Тема 18. Електронні вольтметри і омметри.

Тема 19. Вимірювальні генератори.

Тема 20. Електронні осцилографи. Призначення, область застосування.

Тема 21. Цифрові вимірювальні прилади і аналогово-цифрові перетворювачі.

Тема 22. Цифрові вольтметри, мультиметри і частотоміри.

Тема 23. *Практична робота №2. Вивчення структурної схеми цифрового вимірювального приладу.*

Тема 24. *Лабораторна робота №3. Вимірювання електричних величин комбінованим приладом.*

Змістовий модуль 3. Електричні вимірювальні кола

Тема 25. Вимірювальні перетворювачі (ВП) та їх властивості.

Тема 26. Вимірювальні кола, як перетворювачі. Корекція похибок ВП

Тема 27. Вимірювальні мостові та компенсаційні кол.

Тема 28. Перетворювачі струмів – шунти. Використання додаткових опорів у вимірювальних колах.

Тема 29. *Практична робота №3. Розрахунок величини додаткових опорів та шунтів.*

Тема 30. Вимірювальні трансформатори напруги та струму.

Тема 31. *Практична робота №4. Визначення результатів вимірювань із застосуванням трансформаторів напруги та струму.*

Тема 32. Вимірювальні трансформатори постійного струму.

Змістовий модуль 4. Вимірювання електричних і магнітних величин

Тема 33. Вимірювання постійних струмів і напруг.

Тема 34. Вимірювання змінних струмів і напруг.

Тема 35. Вимірювання струмів і напруг високої частоти.

Тема 36. Вимірювання опорів (малих, середніх, великих).

Тема 37. Вимірювання індуктивності, взаємоддуктивності, ємності.

Тема 38. *Лабораторна робота №4. Вимірювання опору ізоляції.*

Тема 39. *Лабораторна робота №5. Вимірювання параметрів конденсаторів і котушок індуктивності непрямим методом.*

Тема 40. Вимірювання потужності і енергії. Вимірювання активної потужності у однофазних та трифазних системах. Дво - та триелементні ватметри

Тема 41. *Лабораторна робота №6. Вимірювання активної потужності трифазної системи методом двох ватметрів.*

Тема 42. Вимірювання реактивної потужності.

Тема 43. Використання вимірювальних трансформаторів при вимірюванні потужності.

Тема 44. *Лабораторна робота №7. Вимірювання реактивної потужності трифазного кола.*

Тема 45. Лічильники активної електричної енергії, схеми їх включення.

Тема 46. Лічильники реактивної електричної енергії, схеми їх включення.

Тема 47. *Лабораторна робота №8. Вимірювання активної енергії однофазним лічильником.*

Тема 48. Вимірювання коефіцієнта потужності і кута зсуву фаз.

Тема 49. *Лабораторна робота №9. Вимірювання коефіцієнта потужності.*

Тема 50. Вимірювання частоти.

Тема 51. Вимірювання магнітних величин. Використання ефекту Хола.

Змістовий модуль 5. Вимірювання неелектричних величин

Тема 52. Загальні відомості про вимірювання неелектричних величин. Резистивні вимірювальні перетворювачі.

Тема 53. Електромагнітні та електростатичні перетворювачі.

Тема 54. Термоелектричні перетворювачі і електричні термометри.

Тема 55. Іонізаційні та фотоелектричні вимірювальні перетворювачі.

Тема 56. Вимірювання геометричних та механічних величин.

Тема 57. Вимірювання складу речовин.

Змістовий модуль 6. Вимірювально-інформаційні системи

Тема 58. Призначення і принципи побудови вимірювально-інформаційних систем

Тема 59. Базові структури вимірювально-інформаційних комплексів і систем.

Тема 60. Семестрова контрольна робота

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
лек		пр.	лаб.	конт	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основи метрології						
Тема 1. Вступ. Терміни і визначення в метрології. Види та методи вимірювання	2	2				
Тема 2. Засоби вимірювання та їх класифікація	2					2
Тема 3. Метрологічне забезпечення вимірювань. Державна система єдності вимірювань	2					2
Тема 4. Похибки вимірювання та їх класифікація	2	2				
Тема 5. Зменшення похибок вимірювань. Ймовірнісні методи оцінки точності вимірювань. Коефіцієнти Стюдента	2	2				
Тема 6. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Класи точності засобів вимірювання	2	2				
Тема 7. <i>Практична робота №1. Визначення точності вимірювань за технічними характеристиками вимірювальних приладів.</i>	2		2			
Тема 8. Міри основних електричних величин	2					2
Разом за змістовим модулем 1	16	8	2			6
Змістовий модуль 2. Засоби електричних вимірювань						
Тема 9. Загальні відомості про аналогові електровимірювальні прилади. Будова електровимірювальних приладів.	2	2				
Тема 10. Принцип дії та особливості застосування приладів магнітоелектричної систем.	2					2
Тема 11. Принцип дії та особливості застосування приладів електромагнітної системи.	2					2
Тема 12. <i>Лабораторна робота №1. Повірка технічного вольтметра</i>	2			2		

Тема 13. Принцип дії та особливості застосування приладів електродинамічної та феродинамічної систем.	2	2				
Тема 14. Принцип дії та особливості застосування приладів електростатичної системи та індукційної систем.	2					2
Тема 15. <i>Лабораторна робота №2. Повірка технічного ватметра</i>	2			2		
Тема 16. Реєструючі вимірювальні прилади. Методи реєстрації вимірювальної інформації. Види діаграмних стрічок	2					2
Тема 17. Електронні вимірювальні прилади	2	2				
Тема 18. Електронні вольтметри і омметри	2					2
Тема 19. Вимірювальні генератори	2					2
Тема 20. Електронні осцилографи. Призначення, область застосування	2	2				
Тема 21. Цифрові вимірювальні прилади і аналогово-цифрові перетворювачі	2	2				
Тема 22. Цифрові вольтметри, мультиметри і частотоміри	2					2
Тема 23. <i>Практична робота №2. Вивчення структурної схеми цифрового вимірювального приладу</i>	2		2			
Тема 24. <i>Лабораторна робота №3. Вимірювання електричних величин комбінованим приладом</i>	2			2		
Разом за змістовим модулем 2	32	10	2	6		14
Змістовий модуль 3. Електричні вимірювальні кола						
Тема 25. Вимірювальні перетворювачі (ВП) та їх властивості	2	2				
Тема 26. Вимірювальні кола, як перетворювачі. Корекція похибок ВП	2					2
Тема 27. Вимірювальні мостові та компенсаційні кола	2	2				
Тема 28. Перетворювачі струмів – шунти. Використання додаткових опорів у вимірювальних колах	2	2				
Тема 29. <i>Практична робота №3. Розрахунок величини додаткових опорів та шунтів</i>	2		2			
Тема 30. Вимірювальні трансформатори напруги та струму	2	2				

Тема 31. Практична робота №4. <i>Визначення результатів вимірювань при застосуванні трансформаторів напруги та струму</i>	2		2			
Тема 32. Вимірювальні трансформатори постійного струму	2					2
Разом за змістовим модулем 3	16	8	4			4
Модуль 2						
Змістовий модуль 4. Вимірювання електричних і магнітних величин						
Тема 33. Вимірювання постійних струмів і напруг	2					2
Тема 34. Вимірювання змінних струмів і напруг.	2	2				
Тема 35. Вимірювання струмів і напруг високої частоти	2					2
Тема 36. Вимірювання опорів (малих, середніх, великих)	2	2				
Тема 37. Вимірювання індуктивності, взаємодуктивності, ємності	2					2
Тема 38. Лабораторна робота №4. <i>Вимірювання опору ізоляції</i>	2			2		
Тема 39. Лабораторна робота №5. <i>Вимірювання параметрів конденсаторів і котушок індуктивності непрямим методом</i>	2			2		
Тема 40. Вимірювання потужності і енергії. Вимірювання активної потужності у однофазних та трифазних системах. Дво- та триелементні ватметри	2	2				
Тема 41. Лабораторна робота №6. <i>Вимірювання активної потужності трифазної системи методом двох ватметрів</i>	2			2		
Тема 42. Вимірювання реактивної потужності	2	2				
Тема 43. Використання вимірювальних трансформаторів при вимірюванні потужності	2					2
Тема 44. Лабораторна робота №7. <i>Вимірювання реактивної потужності трифазного кола</i>	2			2		
Тема 45. Лічильники активної електричної енергії, схеми їх включення	2	2				
Тема 46. Лічильники реактивної електричної енергії, схеми їх включення	2					2

Тема 47. <i>Лабораторна робота №8.</i> <i>Вимірювання активної електричної енергії однофазним лічильником.</i>	2			2		
Тема 48. Вимірювання коефіцієнта потужності і кута зсуву фаз.	2					2
Тема 49. <i>Лабораторна робота №9.</i> <i>Вимірювання коефіцієнта потужності</i>	2			2		
Тема 50. Вимірювання частоти.	2					2
Тема 51. Вимірювання магнітних величин. Використання ефекту Хола.	2	2				
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	38	12		12		14
Змістовий модуль 5. Вимірювання неелектричних величин						
Тема 52. Загальні відомості про вимірювання неелектричних величин. Резистивні вимірювальні перетворювачі	2	2				
Тема 53. Електромагнітні та електростатичні перетворювачі	2					2
Тема 54. Термоелектричні перетворювачі і електричні термометри	2					2
Тема 55. Іонізаційні та фотоелектричні вимірювальні перетворювачі	2					2
Тема 56. Вимірювання геометричних та механічних величин	2	2				
Тема 57. Вимірювання складу речовини	2					2
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	12	4				8
Змістовий модуль 6. Вимірювально-інформаційні системи						
Тема 58. Призначення і принципи побудови вимірювально-інформаційних систем	2	2				
Тема 59. Базові структури вимірювально-інформаційних комплексів і систем	2					2
<i>Разом за змістовим модулем 6</i>	4	2				2
Тема 60. Контрольна робота	2				2	
Усього годин	120	44	8	18	2	48

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачено.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 7. Практична робота №1. <i>Визначення точності вимірювань за технічними характеристиками вимірювальних приладів.</i>	2
2	Тема 23. Практична робота №2. <i>Вивчення структурної схеми цифрового вимірювального приладу</i>	2
3	Тема 29. Практична робота №3. <i>Розрахунок величини додаткових опорів та шунтів</i>	2
4	Тема 31. Практична робота №4. <i>Визначення результатів вимірювань при застосуванні трансформаторів напруги та струму</i>	2
Разом		8

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 12. Лабораторна робота №1. <i>Повірка технічного вольтметра</i>	2
2	Тема 15. Лабораторна робота №2. <i>Повірка технічного ватметра</i>	2
3	Тема 24. Лабораторна робота №3. <i>Вимірювання електричних величин комбінованим приладом</i>	2
4	Тема 38. Лабораторна робота №4. <i>Вимірювання опору ізоляції</i>	2
5	Тема 39. Лабораторна робота №5. <i>Вимірювання параметрів конденсаторів і котушок індуктивності непрямим методом</i>	2
6	Тема 41. Лабораторна робота №6. <i>Вимірювання активної потужності трифазної системи методом двох ватметрів</i>	2
7	Тема 44. Лабораторна робота №7. <i>Вимірювання реактивної потужності трифазного кола</i>	2
8	Тема 47. Лабораторна робота №8. <i>Вимірювання активної електричної енергії однофазним лічильником</i>	2
9	Тема 49. Лабораторна робота №9. <i>Вимірювання коефіцієнта потужності</i>	2
Разом		18

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2. Засоби вимірювання та їх класифікація	2
2	Тема 3. Метрологічне забезпечення вимірювань. Державна система єдності вимірювань	2
3	Тема 8. Міри основних електричних величин	2
4	Тема 10. Принцип дії та особливості застосування приладів магнітоелектричної системи	2
5	Тема 11. Принцип дії та особливості застосування приладів електромагнітної системи	2
6	Тема 13. Принцип дії та особливості застосування приладів електростатичної системи та індукційної системи	2
7	Тема 16. Реєструючі вимірювальні прилади. Методи реєстрації вимірювальної інформації. Види діаграмних стрічок	2
8	Тема 18. Електронні вольтметри і омметри	2
9	Тема 19. Вимірювальні генератори	2
10	Тема 22. Цифрові вольтметри, мультиметри і частотоміри	2
11	Тема 26. Вимірювальні кола, як перетворювачі. Корекція похибок ВП	2
12	Тема 32. Вимірювальні трансформатори постійного струму	2
13	Тема 33. Вимірювання постійних струмів і напруг	2
14	Тема 35. Вимірювання струмів і напруг високої частоти	2
15	Тема 37. Вимірювання індуктивності, взаєміндуктивності, ємності	2
16	Тема 43. Використання вимірювальних трансформаторів при вимірюванні потужності	2
17	Тема 46. Лічильники реактивної електричної енергії, схеми їх включення	2
18	Тема 48. Вимірювання коефіцієнта потужності і кута зсуву фаз	2
19	Тема 50. Вимірювання частоти	2
20	Тема 53. Електромагнітні та електростатичні перетворювачі	2
21	Тема 54. Термоелектричні перетворювачі і електричні термометри	2
22	Тема 55. Іонізаційні та фотоелектричні вимірювальні перетворювачі	2
23	Тема 57. Вимірювання складу речовини	2
24	Тема 59. Базові структури вимірювально-інформаційних комплексів і систем	2
Разом		48

9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачено.

10. Методи навчання

Лекції, бесіди, діалог, робота в групах, мозковий штурм, практичні роботи, лабораторні роботи

11. Методи контролю

Знання студентів оцінюються за наступними напрямками:

- опитування на заняттях;
- захист лабораторних робіт;
- участь в круглих столах, колоквиумах по темах занять;
- тестовий чи письмовий контроль ж кожного змістовного модулю;
- оцінювання виконання практичних робіт;
- написання контрольної роботи (підсумкової);
- складання іспиту.

12. Засоби діагностики успішності навчання

Засобами діагностики успішності навчання студентів є тестування, захист лабораторних робіт на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних робіт; опитування за контрольними запитаннями, що наведені в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни, проведення контрольних робіт, які забезпечені комплектами контрольних робіт, складання іспиту з дисципліни за розробленими білетами.

Критерії оцінювання знань і вмінь студентів

1. Оцінювання усних відповідей.

Усне опитування є одним з основних способів перевірки знань, умінь і навичок студентів з навчальних дисциплін. При оцінюванні відповіді студента потрібно керуватися такими критеріями:

- 1) повнота і правильність відповіді;
- 2) ступінь усвідомленості і розуміння вивченого;
- 3) мовне оформлення відповіді.

Відповідь студента має бути зв'язною, викладеною у логічній послідовності, виявляти його вміння застосовувати визначення, правила у конкретних випадках.

Оцінка "5" ставиться, якщо студент:

- 1) ґрунтовно і повно викладає вивчений матеріал;
- 2) виявляє повне розуміння матеріалу, обґрунтовує свої думки, застосовує знання на практиці і наводить необхідні приклади не тільки за підручником, а й самостійно складені;
- 3) викладає матеріал послідовно і правильно з точки зору норм літературної мови.

Оцінка "4" ставиться, якщо студент дає відповідь, що задовольняє ті ж вимоги, що й оцінка "5", але допускає деякі помилки, та поодинокі недоліки в послідовності викладення матеріалу і мовному оформленні.

Оцінка "3" ставиться, якщо студент виявляє знання і розуміння основних положень даної теми, але :

- 1) викладає матеріал не досить повно і допускає помилки у формулюванні правил і визначень;
- 2) не вміє глибоко і переконливо обґрунтовувати свої думки і відчуває труднощі під час добору прикладів;
- 3) викладає матеріал непослідовно і допускає помилки в мовному оформленні.

Оцінка "2" ставиться, якщо студент виявляє незнання більшої частини вивченого матеріалу відповідного розділу, допускає у формулюванні правил, визначень помилки, що спотворюють їх зміст, непослідовно і невпевнено викладає матеріал.

Також оцінка "2" ставиться, якщо студент виявляє повне незнання чи нерозуміння матеріалу.

Позитивна оцінка ("5" , "4" , "3") ставиться не тільки за одноразову відповідь (коли на перевірку знань студента відводиться певний час), а й за суму відповідей, даних студентом протягом заняття.

2. Оцінювання письмових навчальних робіт

Студенти виконують різні навчальні роботи з предмету: практичні, розрахунки, різні види контрольних робіт, тощо.

При оцінюванні письмових навчальних робіт враховується:

- 1) ступінь самостійності студентів;
- 2) етап навчання;
- 3) обсяг роботи.

При оцінюванні виконання письмового завдання рекомендується керуватися такими критеріями:

Оцінка „5” ставиться, якщо виконано усі завдання.

Оцінка „4” ставиться, якщо виконано не менш як $\frac{3}{4}$ завдання.

Оцінка „3” ставиться, якщо виконано не менш як половина завдань.

Оцінка „2” ставиться, якщо виконано менш як половина завдань, або не виконано жодного завдання.

3. Виведення підсумкових оцінок

За семестр і навчальний рік ставиться підсумкова оцінка. Вона є єдиною й узагальнено відображає підготовку студента з предмету: засвоєння теоретичного матеріалу, володіння вміннями та навичками.

Підсумкову оцінку не можна виводити механічно, як середнє арифметичне попередніх оцінок.

Вирішальною у її визначенні слід вважати фактичну підготовку студента за всіма показниками на час виведення цієї оцінки. Але, щоб стимулювати серйозне ставлення студентів до занять протягом усього семестру, навчального року, при виведенні підсумкових оцінок необхідно враховувати результати їх поточної успішності (оцінки за усні відповіді, навчальні роботи та рівень виконання контрольних робіт).

При виведенні підсумкової оцінки перевага надається оцінкам, що відображають оволодіння студентами практичними навичками і уміннями. Тому підсумкова оцінка не буде позитивною, якщо протягом семестру більшість самостійних, практичних, контрольних робіт оцінювалась на „2”.

У випадку, коли вивчення предмета закінчується іспитом, підсумковою оцінкою з предмета є екзаменаційна оцінка.

13. Методичне забезпечення

1. Збірник інструкцій для виконання практичних та лабораторних робіт з предмету «Електричні та технічні вимірювання».
2. Методичний комплект «Самостійна робота студентів з предмету «Електричні та технічні вимірювання».
3. Перелік питань до семестрової контрольної роботи.
4. Комплект екзаменаційних білетів.

14. Рекомендована література

1. Электрические измерения под редакцией В.Н.Малиновского. М., Энергия. 1983.
2. В. И. Котур, М.А Скомская, Н.Н Храмова. Электрические измерения и электроизмерительные приборы. М., Энергоатомиздат. 1986.
3. Т.Ф. Березкина, Н.Г. Гусев, В.В. Масленников. Задачник по общей электротехнике с основами электроники. М., Высшая школа. 1991.
4. А.М Гуржій, Н.І. Поворознюк . Електричні і радіотехнічні вимірювання, К., Навчальна книга, 2002.

15. Інформаційні ресурси

1. http://ssga.ru/AllMetodMaterial/metod_mat_for_ioot/metodichki/matusko/index_m.html.
2. <http://www.toehelp.ru/theory/toe/contents.html>.
3. <http://www.electrik.org>