

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення дисциплін

«Основи метрології та електровимірювань»
і
«Основи метрології та електричних вимірювань»

*(для студентів денної та заочної форм навчання напрямів підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології»
і 6.050702 «Електромеханіка»)*

Харків
ХНАМГ
2011

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисциплін «Основи метрології та електровимірювань» і «Основи метрології та електричних вимірювань» (для студентів денної та заочної форм навчання напрямів підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» і 6.050702 «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Дорохов, Д. В. Тугай. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 18 с.

Укладачі: доц., к.т.н., О. В. Дорохов,
доц., к.т.н. Д. В. Тугай

Рецензент: проф., д.т.н. В. Б. Фінкельштейн

Рекомендовано кафедрою теоретичної та загальної електротехніки,
протокол № 11 від 02.06.2011 р.

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
РОЗДІЛ 1. Мета і завдання дисципліни. Перелік рекомендованих джерел.....	5
1.1. Мета і завдання дисципліни.....	5
1.2. Перелік літературних джерел, що рекомендуються для вивчення курсів.....	5
РОЗДІЛ 2. Модуль 1. Основи метрології та електричних вимірів	7
2.1. ЗМ 1.1. Основи метрології. Перетворювачі струму та напруги	7
1. Загальні відомості в метрології.....	7
2. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань	7
3. Міри основних електричних величин	7
4. Вимірювальні перетворювачі.....	7
2.2. ЗМ 1.2. Аналогові електромеханічні і електронні прилади. Вимірювання параметрів електричних кіл та електричних величин	9
1. Аналогові електромеханічні прилади	9
2. Електронні і цифрові вимірювальні прилади	9
3. Виміри електричних, магнітних та неелектричних величин.....	9
РОЗДІЛ 3. Задачі для самостійної підготовки.....	13
РОЗДІЛ 4. Критерії оцінки знань студентів.....	17

Загальні положення

Методичні вказівки підготовлені на основі робочих програм дисциплін «Основи метрології та електровимірювальна техніка» і «Основи метрології та електричних вимірів» й призначені для студентів 2-3 курсів, які навчаються за напрямами підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», 6.050702 «Електромеханіка».

Роль самостійної роботи студентів при вивчанні навчальних дисциплін суттєво зростає у зв'язку зі вступом України в Болонській процес та переходом на кредитно-модульну систему освіти, тому що обсяг самостійної роботи повинен складати 60% від загального обсягу необхідних для вивчення дисципліни годин.

Дисципліни «Основи метрології та електровимірювальна техніка» і «Основи метрології та електричних вимірів», що викладаються для студентів, складаються з одного модуля «Основи метрології та електричних вимірів», що в свою чергу розбитий на два змістових модуля ЗМ 1.1 «Основи метрології. Перетворювачі струму та напруги»; ЗМ 1.2 «Аналогові електромеханічні і електронні прилади. Вимірювання параметрів електричних кіл та електричних величин».

РОЗДІЛ 1
МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ.
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Мета і завдання дисциплін «Основи метрології та електровимірювальна техніка» і «Основи метрології та електричних вимірів»

Мета дисциплін: дати студентам основи знань, необхідних для вирішення виробничих завдань, пов'язаних з вибором засобів і методів вимірювань електричних магнітних та неелектричних величин, а також для вивчення інших дисциплін спеціальності, пов'язаних з електричними вимірюваннями.

Завдання дисциплін: навчити студентів знати принципи дії, властивості, характеристики розповсюджених засобів вимірювань електричних величин, вміти вибирати засоби і методи вимірювань, виконувати вимірювання та оцінювати їх похибки.

1.2. Перелік літературних джерел, що рекомендуються для вивчення курсів

1. Фремке А. В. Электрические измерения [Текст]: учебник / А. В.Фремке, А. Е.Душина; Л. : Энергия, 1980. – 382 с.

2. Полищук Є. С. Метрологія та вимірювальна техніка [Текст]: підручник / Є. С. Полищук; Львів: Новий світ, 2003. – 460 с.

3. Котур В. І. Електричні виміри і електровимірювальні прилади [Текст]: підручник / В. І. Котур, М. Н. Скомська, Н. Н. Храмова; К. : Енергоіздат, 1996. – 324 с.

4. Молиновский В. Н. Электрические измерения [Текст]: учебник / В. Н. Молиновский; М.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.

5. Полищук Е. С. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин [Текст]: учебник / Е. С. Полищук; К. : Вища школа, 1984. – 386 с.

6. Панев Б. И. Электрические измерения. Справочник в вопросах и ответах [Текст]: учебник / Б. И. Панев; М. : Агропромиздат, 1987. – 224 с.

7. Дворяшин Б. В. Основы метрологии и радиоизмерения [Текст]: учебник / Б. В. Дворяшин; М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.

8. Карев В. Н. Задачи для лабораторных работ по курсу «Основы метрологии» для контроля знаний [Текст]: пособие / В. Н.Карев, Е. П.Волкова; Х. : ХИИГХ, 1990. – 78 с.

9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основі метрології і електричні виміри». Волкова О. П., Харісов А. А. – Харків ХНАМГ, 2005.

10. Методичні вказівки і контрольні завдання з дисципліни «Основі метрології і електричні виміри». Волкова О. П., Харісов А. А. – Харків ХНАМГ, 2005.

11. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/ELEKTRICHESKIE_IZMERENIYA.html.

12. <http://www.electrik.org>.

РОЗДІЛ 2

Модуль 1. Основи метрології та електричних вимірів

Модуль 1. Складається з двох змістових модулів ЗМ 1.1 та ЗМ1.2.

Змістовий модуль 1.1.

Змістовий модуль 1.1 «Основи метрології. Перетворювачі струму та напруги» містить в собі чотири підрозділи:

1. Загальні відомості в метрології.
2. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань.
3. Міри основних електричних величин.
4. Вимірювальні перетворювачі.

План - графік самостійного вивчення змістового модуля 1.1 для денної форми навчання наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – План-графік самостійного вивчення ЗМ 1.1 для денної форми навчання

Номер тем і підрозділів	Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.1	Самостійна робота студентів		Форма контролю
		зміст	годин	
1	2	3	4	5
1 1.1	Зміст дисципліни. Уявлення про метрологію, стандартизацію та єдність вимірювань	[2, с.5-60], [4, с.12-16], [7, с.4-16]. Лабораторні стенди. Учбові плакати	9(7)	Захист лабор. роботи
1.2	Основи метрології Терміни і визначення в метрології Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань	[1, с.39-56], [2, с.62-120], [4, с.16-31], [7, с.16-56]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	9(7)	Захист лабор. роботи
1.3	Міри основних електричних величин	[2, с.120-144], [4, с.31-46]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	9(8)	Захист лабор. роботи
1.4	Вимірювальні перетворювачі. Шунти, додаткові опори, вимірювальні трансформатори струму і напруги	[2, с.144-170], [4, с.46-56]. Конспект лекцій	9(8)	Модульна контрольна робота

План-графік самостійного вивчення змістового модуля ЗМ 1.1 для заочної форми навчання наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – План-графік самостійного вивчення ЗМ 1.1 для заочної форми навчання

Номер тем і розділів	Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.1	Самостійна робота студентів		Форма контролю
		зміст	годин	
1	2	3	4	5
1.1	Зміст дисципліни. Уявлення про метрологію, стандартизацію та єдність вимірювань	[2, с.5-60], [4, с.12-16], [7, с.4-16].	12(12)	Запис в журналі
1.2	Основи метрології Терміни і визначення в метрології Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань	[1, с.39-56], [2, с.62-120], [4, с.16-31], [7, с.16-56].	12(12)	Захист лабор. роботи
1.3	Міри основних електричних величин	[2, с.120-144], [2, с.31-46].	12(12)	Захист лабор. роботи
1.4	Вимірювальні перетворювачі. Шунти, додаткові опори, вимірювальні трансформатори струму і напруги	[2, с.144-170], [4, с.46-56]. Конспект лекцій	12(13)	Контрольна робота

Після вивчення ЗМ 1.1 студент повинен знати:

1. Предмет і задачі метрології і стандартизації. Визначення, класифікацію та структурні схеми засобів вимірювань.

2. Еталони, зразкові і робочі міри. Схема передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів до робочих засобів вимірювань. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Класифікація методів вимірювань.

3. Класифікацію похибок. Підвищення точності статичних методів вимірювань шляхом багаторазових вимірів. Можливість оцінки ряду спостережень і похибки результату вимірювань. Підвищення точності однократних вимірювань відповідно до діючих стандартів.

4. Вимірювальні перетворювачі. Шунти і додаткові резистори. Конструкція, схеми ввімкнення і область застосування. Розрахунок опору шунтів і додаткових резисторів. Вимірювальні трансформатори струму і напруги.

Запитання для самоперевірки ЗМ 1.1

1. Що таке вимірювання?
2. Класифікація електровимірювальних приладів.
3. Що називається мірою?
4. Які бувають методи вимірювань?
5. Як визначається клас точності приладу?
6. Що таке абсолютна і відносна похибки?
7. Що називають систематичною і випадковою похибками?
8. Яка похибка називається основною?
9. Які є джерела додаткових похибок?
10. Приведена похибка вимірювань.
11. Основні і похідні одиниці системи СІ.
12. Класифікація вимірювань.
13. Похибки засобів вимірювань.
14. Характеристики електровимірювальних приладів.
15. Шунти. Як розрахувати опор шунта?
16. Додаткові резистори.
17. Вимірювальні трансформатори струму.
18. Вимірювальні трансформатори напруги.

Змістовий модуль 1.2 «Аналогові електромеханічні і електронні прилади. Вимірювання параметрів електричних кіл та електричних величин».

Змістовий модуль ЗМ 1.2 складається з трьох підрозділів:

- Аналогові електромеханічні прилади.
- Електронні і цифрові вимірювальні прилади.
- Вимірювання електричних, магнітних та неелектричних величин.

План-графік самостійного вивчення змістового модуля 1.2 для денної форми навчання наведено в табл. 2.3, а для заочної форми в табл. 2.4.

Таблиця 2.3 – План-графік самостійного вивчення ЗМ 1.2 для денної форми навчання

Номер тем і підрозділів	Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.2	Самостійна робота студентів		Форма контролю
		зміст	годин	
1	2	3	4	5
2 2.1	Засоби вимірювань електричних величин. Аналогові електромеханічні прилади	[1, с.56-79], [2, с.170-193], [4, с.59-120]. Лабораторні стенди. Учбові плакати	12(10)	Захист лабор. роботи
2.2	Електронні вимірювальні прилади. Цифрові вимірювальні прилади	[1, с.218-256], [2, с.193-234], [4, с.179-239]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	12(10)	Захист лабор. роботи
2.3	Вимірювання електричних і магнітних величин. Вимірювання струмів і напруг. Вимірювання параметрів електричних кіл. Вимірювання потужності та електричної енергії. Вимірювання коефіцієнта потужності, кута зсуву фаз і частоти. Вимірювання магнітних величин. Вимірювання неелектричних величин	[1, с.91-148], [1, с.158-191], [1, с.189-213], [1, с.265-301], [1, с.303-352], [2, с.248-362], [4, с.239-370]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	12(10)	Модульна контрольна робота

Таблиця 2.4 – План-графік самостійного вивчення ЗМ 1.2 для заочної форми навчання

Номер тем і підрозділів	Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.2	Самостійна робота студентів		Форма контролю
		зміст	годин	
1	2	3	4	5
2 2.1	Засоби вимірювань електричних величин. Аналогові електромеханічні прилади	[1, с.56-79], [2, с.170-193], [4, с.59-120]. Лабораторні стенди. Учбові плакати	12(10)	Захист лабор. роботи

1	2	3	4	5
2.2	Електронні вимірювальні прилади. Цифрові вимірювальні прилади	[1, с.218-256], [2, с.193-234], [4, с.179-239]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	12(10)	Захист лабор. роботи
2.3	Вимірювання електричних і магнітних величин. Вимірювання струмів і напруг. Вимірювання параметрів електричних кіл. Вимірювання потужності та електричної енергії. Вимірювання коефіцієнта потужності, кута зсуву фаз і частоти. Вимірювання магнітних величин. Вимірювання неелектричних величин	[1, с.91-148], [1, с.158-191], [1, с.189-213], [1, с.265-301], [1, с.303-352], [2, с.248-362], [4, с.239-370]. Лабораторні стенди. Конспект лекцій	12(10)	Контрольна робота

Після вивчення ЗМ 1.2 студент повинен знати:

1. Принцип дії, устрій і теорію електромеханічних вимірювальних приладів.
2. Магнітоелектричні вимірювальні прилади.
3. Електромагнітні вимірювальні прилади.
4. Електродинамічні і феродинамічні вимірювальні прилади.
5. Індукційні вимірювальні прилади.
6. Електростатичні вимірювальні прилади.
7. Вимірювання постійних та змінних струмів і напруг.
8. Вимірювання струмів і напруг приладами з термоелектричними і напівпровідниковими перетворювачами.
9. Електроні та цифрові прилади.
10. Електронопроміневі осцилографи і їх застосування для спостереження і реєстрації процесів в електричних колах.
11. Вимірювання електричних величин методами порівняння з еталонною мірою (загальна теорія мостових схем).
12. Вимірювання магнітних і неелектричних величин.

Запитання для самоперевірки ЗМ 1.2

1. Назвіть основні деталі і вузли відлікового вимірювального приладу.
2. Поясніть принцип дії, устрій магнітоелектричних приладів.
3. Поясніть принцип дії, устрій електромагнітних приладів.
4. Поясніть принцип дії, устрій електродинамічних приладів.
5. Поясніть принцип дії, устрій феродинамічних приладів.
6. Поясніть принцип дії, устрій електростатичних приладів.
7. Поясніть принцип дії, устрій індукційних приладів.
8. Що таке логометр?
9. Як правильно вибрати електровимірювальний прилад для вимірювання струму або напруги?
10. Показання приладів з напівпровідниковими перетворювачами.
11. Поясніть принцип дії електронних та цифрових приладів. Наведіть структурні схеми.
12. Поясніть устрій осцилографів і їхнє призначення.
13. У чому полягає сутність компенсаційного методу вимірів? Які існують схеми мостів для виміру ємності та індуктивності?
14. Вимірювання потужності в однофазних і трифазних колах.
15. Вимірювання електричної енергії.
16. Вимірювання коефіцієнта потужності.
17. Яким чином робиться вимір постійного і змінного магнітного потоку?
18. Намалюйте структурну схему приладу для виміру неелектричних величин.

РОЗДІЛ 3. Задачі для самостійної підготовки

Нижче наведено типові задачі, які дозволяють глибше вивчити теоретичний матеріал, представлений в модулі 1.

Задача 1. В результаті багаторазових вимірювань опору резистора були отримані такі його значення:

№ досліду	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R , Ом	20,50	20,38	20,40	20,38	20,61	20,45	20,40	20,60	20,30	20,55

Визначте ймовірну похибку вимірювань.

Задача 2. До магнітоелектричного міліамперметра на 75 мВ з внутрішнім опором 10 Ом підключений шунт, опір якого дорівнює 0,53 Ом. Як зміниться чутливість приладу за струмом? Наведіть схему.

Задача 3. Визначити найбільшу відносну похибку вимірювання енергії ватметром з межею вимірювання 750 Вт, класу точності 0,5 і шкалою на 150 поділок за час 120 с., якщо покази ватметра дорівнюють 60 поділкам протягом усього часу вимірювання. Визначте чутливість ватметра і наведіть схему його вмикання.

Задача 4. Для вимірювання напруги 220 В взяти два вольтметри, що з'єднані послідовно. Перший вольтметр має межу вимірювання 150 В, внутрішній опір 12 кОм, клас точності 0,5; другий вольтметр з межею вимірювання 120 В має внутрішній опір 10 кОм, клас точності 0,5. Визначте показання кожного вольтметра і найбільші абсолютні та відносні похибки.

Задача 5. Магнітоелектричний прилад на 75 мВ зі шкалою 150 поділок має опір 50 Ом. Чому дорівнюють його стала та чутливість за струмом і

напругою, потужність власного споживання? Як розширити межу вимірювань цього приладу до 3 В? Наведіть схему.

Задача 6. Підберіть шунти до магнітоелектричного приладу зі шкалою на 5 мА і опором 10 Ом таким чином, щоб цим приладом можна було вимірювати струми 1 А, 3 А, 5 А. Наведіть схему.

Задача 7. Вольтметр електростатичної системи на 150 В має ємність 100 пФ. Розрахуйте ємність додаткового конденсатора для розширення межі вимірювань до 2 кВ. Наведіть схему.

Задача 8. На розподільному щитку однофазного струму встановлені вольтметр на 150 В, амперметр на 5 А зі шкалою на 100 поділок і ватметр на 150 В і 5 А зі шкалою на 150 поділок. Амперметр і ватметр включені через трансформатор струму 50/5. Накресліть схему і визначте первинний струм, потужність і $\cos \varphi$, якщо стрілка амперметра показує 80 поділок, вольметра – 120 поділок, ватметра – 50 поділок.

Задача 9. У трифазному колі потужність вимірюється за схемою двох ватметрів. Навантаження фаз рівномірне. Фазний струм 5 А, лінійна напруга 380 В. Сумарна потужність, обмірювана ватметрами, складає 206 Вт. Визначте показання кожного ватметра і $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 10. У трифазному колі з рівномірним навантаженням включені два ватметри. Напруга мережі 220 В. Покази ватметрів: $P_1 = 675$ Вт, $P_2 = 325$ Вт. Наведіть схему, визначте коефіцієнт потужності і струм у колі.

Задача 11. Визначте чутливість за струмом і напругою магнітоелектричного приладу на 75 мВ з внутрішнім опором 15 Ом і шкалою 150 поділок. Як зміниться чутливість приладу за струмом і напругою, якщо

число витків на рамці приладу збільшити вдвічі, залишивши діаметр проводу незмінним.

Задача 12. До мережі однофазного струму через трансформатори струму 100/5 і напруги 30000/100 підключений електродинамічний ватметр на напругу 120 В і струм 5 А зі шкалою 150 поділок. Наведіть схему вмикання приладів і визначте потужність мережі, якщо показання ватметра – 85 поділок.

Задача 13. У трифазному колі з рівномірним навантаженням потужність вимірюють за методом двох ватметрів, лінійний струм складає 5 А, лінійна напруга – 120 В, повна потужність, вимірювана ватметрами, складає 807 Вт. Визначте показання кожного ватметра $\cos\varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 14. Магнітоелектричний вимірювач з опором 0,3 Ом має шкалу на 100 поділок і чутливість за струмом 0,05 под/мА. Визначте постійну цього приладу і нову мережу вимірювань при підключенні шунта з опором 0,015 Ом. Наведіть схему.

Задача 15. Міліамперметр на 200 мА має опір 3 Ом, чутливість за струмом 0,5 под/мА. Визначте число поділок всієї шкали і струм в колі, якщо стрілка приладу відхилилась на 25 поділок. Як зробити межу вимірювань цього приладу рівною 30 В. Наведіть схему.

Задача 16. До мережі однофазного струму через трансформатори струму 200/5 і напруги 6000/100 підключені амперметр, вольтметр і ватметр. Визначте показання всіх приладів, якщо відомо, що струм в колі 168 А, напруга 3300 В і $\cos\varphi = 0.74$. Наведіть схему.

Задача 17. Для вимірювання напруги і струму в колі постійного струму використані вольтметр на номінальну напругу 250 В (класу точності 1,5) і амперметр на номінальний струм 150 А (класу точності 1,0). Показання вольтметра і амперметра протягом доби дорівнюють, відповідно до 215 В і 120 А. Визначте кількість енергії, яка витрачається за добу, і найбільші можливі абсолютні та відносні похибки при її вимірюванні, якщо час вимірюється з точністю до 60 с.

Задача 18. У трифазному колі з рівномірним навантаженням реактивна потужність вимірюється за схемою одного ватметра. Показання ватметра – 85 поділок. Номінальний струм ватметра 10 А, напруга – 300 В, шкала на 150 поділок. Лінійна напруга кола 220 В, лінійний струм – 8,5 А. Визначте реактивну і активну потужності та $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 19. Ватметр на напругу 220 В і струм 5 А підключено через трансформатор струму 300/5 до трифазного кола з рівномірним навантаженням. Наведіть схему і визначте потужність трифазного кола, якщо ватметр показує 250 Вт. Нейтральна точка доступна.

Задача 20. Підключені до трифазного кола з рівномірним навантаженням через трансформатори струму 200/5 і напруги 6000/100 прилади дають такі показання: вольтметр 105 В; амперметр 3,6 А; ватметри $P_1 = 42$ Вт, $P_2 = 350$ Визначте значення струму, напруги, потужності і $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

РОЗДІЛ 4. Критерії оцінки знань студентів

Відповідь студента оцінюється за національною шкалою «**відмінно**» або за шкалою ECTS «**A**», якщо він при вивченні модуля набрав більше 90-100 включно балів та:

- вільно володіє програмовим матеріалом;
- послідовно дає логічні відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- правильно розв'язав практичну задачу;
- вільно відповідає на додаткові запитання;
- грамотно використовує знання теоретичного матеріалу при розв'язанні практичних задач;
- володіє логічним мисленням;
- вільно застосовує ЕОМ при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється «**добре**» або «**B**», якщо він набрав більше 80-90 включно балів та:

- твердо володіє програмовим матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу допускається тільки деяких помилок з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно виконав РГР;
- впевнено працює з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється «**добре**» або «**C**», якщо він набрав більше 70-80 включно балів та:

- твердо володіє програмовим матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу допускається помилок з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно виконав РГР, але допустився помилок в одиницях вимірювання або чисто математичні помилки; вміє використовувати готові програмні матеріали при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється «**задовільно**» або «**D**», якщо він набрав більше 60-70 включно балів та:

- твердо володіє основним програмовим матеріалом;
- допускає деякі неточності у формулюваннях та виводах основних

залежностей та висновках;

- невпевнено відповідає на додаткові запитання;
- правильно, але не до кінця розв'язав задачу;
- вміє працювати з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«задовільно»** або **«Е»**, якщо він набрав більше 50-60 включно балів та:

- недостатньо твердо володіє основним програмовим матеріалом;
- допускає неточності при формулюванні основних залежностей;
- допустився принципів помилок при виконанні РГР;
- має слабкі навички роботи з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«незадовільно з можливістю повторного складання»** або **«FX»**, якщо він набрав більше 25-50 включно балів та:

- погано володіє основним програмовим матеріалом;
- допускається грубих помилок при формулюванні й визначенні основних залежностей та висновках;

- на додаткові запитання не відповідає або відповідає невпевнено і неправильно;

- навички роботи з ЕОМ погані.

Відповідь студента оцінюється **«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»** або **«F»**, якщо він набрав від 0 до 25 включно балів та:

- не володіє основним програмовим матеріалом;
- навички роботи з ЕОМ погані.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки

до самостійного вивчення дисциплін

«Основи метрології та електровимірювань»

і

«Основи метрології та електричних вимірювань»

(для студентів денної та заочної форм навчання напрямів підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології»
і 6.050702 «Електромеханіка»)

Укладачі: **ДОРОХОВ** Олександр Володимирович,
ТУГАЙ Дмитро Васильович

Відповідальний за випуск: *Я. Б. Форкун*

Редактор: *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2011, поз. 261 М

Підп. до друку 20.06.2011 р.

Друк на ризографі.

Зам. №

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 0,9

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.