

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до самостійної роботи і виконання контрольної роботи  
та практичних занять з дисципліни**

**«МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ»**

*для слухачів другої вищої освіти спеціальностей*

**7.06010101 – «Промислове і цивільне будівництво»**

**7.06010103 – «Міське будівництво та господарство»**

**7.06010107 – «Теплогазопостачання і вентиляція»**

Методичні вказівки до самостійної роботи і виконання контрольної роботи та практичних занять з дисципліни «Метрологія і стандартизація» (для слухачів другої вищої освіти спеціальностей 7.06010101 – «Промислове і цивільне будівництво, 7.06010103 – «Міське будівництво та господарство», 7.0610107 – «Теплогазопостачання і вентиляція») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є.С. Сєдишев. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 18 с.

Укладач: Є.С. Сєдишев

Рецензент: к.т.н., доц. Попельнух В.М.

Рекомендовано кафедрою «Будівельних конструкцій»,  
протокол № 7 від 25.02.2015 р.

## 1. ВСТУП

Методичні вказівки мають на меті допомогти слухачам центру післядипломної освіти і заочного навчання при самостійній роботі за дисципліною «Метрологія і стандартизація».

Головна мета цього курсу – підготовка фахівців, що мають уявлення про метрологію, як науку про виміри і про стандартизацію, як науку, що вивчає дію стандартів у народному господарстві. Набуті за час вивчення дисципліни знання допоможуть планувати експерименти і випробування будівельних матеріалів і конструкцій, вибирати контрольні-вимірювальну апаратуру і визначати місця її установки на спорудах, організувати систему контролю якості будівельної продукції.

Методичні вказівки складені відповідно до робочої програми навчальної дисципліни.

Самостійне вивчення навчальної дисципліни за змістом розбивається на 6 тем по 2-м змістовим модулям з обсягом по кожній темі по 3...12 годин з загальним обсягом в 39 годин навчальної роботи. Для кожної теми, або до розділів теми, у квадратних лапках наведені номери рекомендованих посібників за списком літератури.

Тематика практичного заняття задана виходячи з навчального навантаження в 2 аудиторних години. Для засвоєння матеріалу дисципліни на практичному занятті слухачам пропонується ознайомлення з методикою й приладдям з випробування бетону і залізобетонних конструкцій механічними і фізичними методами.

Для допуску до семестрового заліку з дисципліни слухачі повинні виконати контрольну роботу за індивідуальною тематикою у вигляді реферату. На підготовку і захист реферату за робочою програмою дисципліни відводиться 9 годин навчальної роботи.

## 2. ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ЗМ 1.1. МЕТРОЛОГІЯ

*Тема 1. Цілі і задачі дисципліни. Державне метрологічне забезпечення - 5 годин [1,3,4,5]*

1. Основи метрології в будівництві.
2. Метрологія. Основні поняття та визначення.
3. Державне метрологічне забезпечення і державна метрологічна служба.
4. Фізичні величини та їх одиниці. Міжнародна система одиниць фізичних величин.
5. Передача розмірів одиниць робочим засобам вимірів. Еталони.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Якими задачами займається наука «Метрологія»?
2. Назвіть структуру державних і міжнародних метрологічних організацій.
3. Що входить до державного метрологічного забезпечення?
4. Назвіть основні одиниці фізичних величин системи СІ.
5. Чим відрізняються похідні одиниці від основних в міжнародній системі СІ?
6. Що таке еталон одиниці фізичних величин і скільки їх може бути в комплекті?

*Тема 2. Принципи та методи вимірювання в будівельній справі – 4 години [1,3,4,5,7]*

1. Засоби вимірювальної техніки. Їх типи. Основні метрологічні показники засобів вимірювання.
2. Похибки результатів вимірювання. Методи підвищення точності результатів вимірювання.
3. Математична обробка результатів вимірювання.
4. Способи перевірки засобів вимірювальної техніки. Організація державної і відомчої перевірки засобів вимірювальної техніки.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Наведіть класифікацію методів вимірювання, які застосовуються у будівельному виробництві.
2. Наведіть метрологічні показники засобів вимірювання з циферблатною шкалою.
3. Як підвищити точність вимірів при систематичних і випадкових похибках вимірювання?
4. Які ви знаєте закони розподілу випадкових похибок?
5. Що таке повірка засобів вимірювальної техніки? Наведіть градацію повірок за призначенням.

### ***Тема 2. Організація контролю якості й прийомки в будівництві – 10 годин [1,2,6,7,8,9]***

1. Про дійсні умови роботи споруд. Умовність розрахункових схем і розрахункових характеристик матеріалів.
2. Обстеження споруд та конструкцій. Особливості обстеження окремих видів конструкцій.
3. Оформлення результатів обстеження. Перерахунки конструкцій за матеріалами обстежень.
4. Відбір зразків бетону, металу, деревини, кам'яної кладки для руйнівних (лабораторних) методів визначення якості матеріалів.
5. Випробування матеріалу безпосередньо в конструкції. Технологія оцінки міцності бетону за величиною виривного зусилля приладом І.В.Вольфа.
6. Оцінка міцності матеріалів за механічними характеристиками їх поверхневих шарів. Технологія оцінки міцності металу приладом Польді. Технологія оцінки міцності бетону еталонним молотком К.П.Кашкарова і склерометром Шмідта.
7. Сутність акустичних методів дослідження будівельних конструкцій.
8. Ультразвуковий метод визначення товщини та міцності бетону і дефектоскопія металу, бетону.
9. Застосування радіаційних методів визначення фізико-механічних характеристик та дефектоскопії будівельних матеріалів і зварних швів.
10. Визначення положення та діаметру арматури магнітним методом.
11. Контроль якості конструкцій і з'єднань проникаючими рідинами і газами.

### Запитання для самоперевірки

1. Обґрунтуйте правила обстеження металевих конструкцій.
2. Обґрунтуйте правила обстеження залізобетонних конструкцій.
3. Обґрунтуйте правила обстеження кам'яних конструкцій.
4. Якими документами оформлюються результати огляду (обстеження) споруди та її конструкцій?
5. Наведіть порядок відбору зразків бетону і металу на дослідження і випробування.
6. Наведіть схему оцінки міцності металу за механічною характеристикою поверхневого шару.
7. Наведіть схему оцінки міцності бетону за ударним відбитком на його поверхневому шарі за допомогою еталонного молотка Кашкарова.
8. Наведіть схему оцінки міцності бетону за пружним відскоком бойка при ударі за допомогою склерометра Шмідта.
9. Наведіть перелік фізичних принципів неруйнівних методів випробувань будівельних матеріалів і з'єднань.
10. На якій фізичній основі ґрунтується ультразвуковий метод дослідження будівельних матеріалів?
11. Наведіть схему випробування бетону ультразвуковим методом з приладами типу УІС17, УІС19.
12. Як визначити пружні характеристики бетону за швидкістю ультразвукових хвиль?
13. Як визначити ультразвуком товщину матеріалу?
14. Як визначити ультразвуком глибину тріщини в бетоні?
15. Наведіть технологію визначення міцності бетону при ультразвукових випробуваннях.
16. Наведіть приклади дослідження будівельних матеріалів ультразвуковою дефектоскопією.
17. Наведіть технологію дефектоскопії металу і зварних швів  $\gamma$ -випромінюванням.
18. В чому полягає сутність магнітних методів дослідження будівельних матеріалів?
19. Наведіть технологію визначення положення арматури в бетоні, товщини захисного шару і діаметру арматури прибором ІЗС-10Н.
20. Якими рідинами або газами контролюють герметичність з'єднань?
22. За допомогою яких рідин або порошкових суспензій виявляють мікротріщини в металі?

**Тема 4. Методика проведення натурних випробувань будівельних конструкцій – 12 годин [1,2,6,7,8,9]**

1. Задачі випробувань.
2. Вибір елементів для випробувань, схем і послідовності завантаження. Види навантаження.
3. Вимірювальні прилади для статичних випробувань і їх застосування: прогиноміри, індикатори (мессури), гідростатичне нівелювання, клінометри, механічні тензометри, динамометри.
4. Вимірювання деформацій за допомогою тензорезисторів: типи тензорезисторів і принцип роботи, кріплення і тарування, вимірювальні мости, термокомпенсація, схеми комутації.
5. Типові схеми натурних випробувань будівельних конструкцій статичним навантаженням.
6. Технологія вимірювань при статичних випробуваннях:
  - прогину балок, плит;
  - кутів повороту при згині;
  - відміток при гідростатичному нівелюванні;
  - деформацій волокон матеріалу.
7. Обробка матеріалів статичних випробувань: погрішності випробувань і внесення поправок до результатів. Оцінка результатів статичних випробувань.
8. Статистичні методи обробки матеріалів статичних випробувань. Графічні методи обробки матеріалів випробувань. Обробка результатів вимірювання переміщень. Перехід від деформацій до напружень. Розрахунок контрольних параметрів статичних випробувань.
9. Види динамічних навантажень.
10. Робота конструкцій при динамічних впливах.
11. Динамічні характеристики будівельних матеріалів та конструкцій.
12. Задачі динамічних випробувань.
13. Способи збудження і реєстрації коливань при динамічних випробуваннях.
14. Вимірювання переміщень і частот найпростішими приладами.
15. Схеми роботи вібрографів.
16. Вібродатчики. Схема багатоканальної вібровимірювальної системи.
17. Методика проведення динамічних випробувань.
18. Обробка результатів динамічних випробувань:
  - графіки динамічних процесів;

- визначення розмахів та амплітуд коливань, періодів, частот та зсуву фаз коливань;
  - визначення коефіцієнта поглинання.
19. Оцінка результатів динамічних випробувань. Методи поліпшення динамічних характеристик.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Назвіть типи статичних випробувань будівельних конструкцій.
2. Якими міркуваннями необхідно керуватися при відборі елементів до статичних випробувань і виборі схеми завантаження?
3. Які типи навантаження і способи їх прикладення застосовуються для статичних випробувань?
4. Які вимоги ставлять до навантажень при статичних випробуваннях конструкцій?
5. Наведіть типи вимірювань і назви приладів до них при статичних випробуваннях конструкцій.
6. Наведіть принципову схему роботи приладів для визначення лінійних переміщень. Прогіномір. Індикатор часового типу.
7. Якими приладами вимірюються кутові переміщення? Наведіть схему роботи.
8. Наведіть принцип роботи механічного тензометра.
9. Якими механічними приладами можна виміряти навантаження? Наведіть схему роботи.
10. Наведіть принципи вимірювання деформацій за допомогою тензорезисторів.
11. Наведіть принципову схему роботи тензостанції.
12. Назвіть вимоги до тензорезисторів, що застосовуються при вимірюваннях лінійних деформацій.
13. Які операції виконуються при обробці матеріалів статичних випробувань?
14. Які задачі вирішуються при статистичній обробці матеріалів випробувань?
15. Які задачі вирішуються при графічній обробці матеріалів випробувань?
16. Як визначити прогини при завантаженні балки?
17. Як перейти від деформацій, які вимірювались при випробуваннях, до напружень?
18. Наведіть задачі динамічних випробувань. Які навантаження розуміються як динамічні?
19. Назвіть параметри коливальних процесів.



20. Назвіть динамічні характеристики матеріалів.
21. Назвіть способи збудження коливань при динамічних випробуваннях. Принцип роботи вібростанини.
22. Наведіть принципову схему роботи вібростанини типу ВЕГК.
23. Наведіть принципову схему роботи багатоканальної вібростанини.
24. Наведіть методику проведення динамічних випробувань.
25. Що включає в себе обробка результатів динамічних випробувань?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ЗМ 1.2. СТАНДАРТИЗАЦІЯ**

### ***Тема 5. Система стандартів у будівництві - 5 годин [1,3,4,5]***

1. Принципи і методи стандартизації.
2. Категорії стандартів. Державні і галузеві стандарти. Стандарти організацій і підприємств.
3. Види стандартів. Структура системи стандартів для будівництва. ДСТУ і ДБН. Галузеві і відомчі нормативні документи. Технічні умови.
4. Міжнародні і регіональні стандарти (ГОСТи країн СНД, стандарти ISO, EN).
5. Міжгалузеві системи стандартизації.
6. Типи стандартів для конструкторської і технологічної документації.
7. Використання рядів переважних чисел при стандартизації продукції.
8. Програмні забезпечення автоматизованих систем проектування.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Наведіть приклади застосування методів стандартизації у будівельній справі (уніфікація, типізація та ін.).
2. Назвіть деякі відомчі нормативні документи, які діють в будівництві на правах стандартів.
3. Що таке технічні умови (ТУ У)?
4. Який порядок застосування на території України міжнародних стандартів?

5. Назвіть міжгалузеві системи стандартизації, які діють у будівельній справі.

6. Наведіть відомі вам програмні забезпечення автоматизованих систем проектування.

7. Що таке ряди переважних чисел?

8. Назвіть приклади використання рядів переважних чисел.

### ***6. Якість продукції і сертифікація продукції - 3 години [1,3,5,8]***

1. Організація системи контролю якості у будівництві.

2. Показники якості будівельної продукції.

3. Сертифікація будівельної продукції.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. У стандартах якого типу встановлені вимоги до якості будівельної продукції?

2. Назвіть відомі вам показники якості продукції.

3. Як організують зовнішній і внутрішній контроль якості матеріалів і будівельно-монтажних робіт?

4. Що таке сертифікат відповідності і знак відповідності?

### **3. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ**

**Тема: *Методики проведення натурних випробувань бетону і залізобетонних конструкцій – 2 години***

#### **План роботи:**

1. Оцінка міцності бетону за механічною характеристикою його поверхневого шару. Оцінка міцності бетону по ударному відбитку на його поверхні. Еталонний молоток К.П.Кашкарова.

2. Оцінка міцності бетону за механічною характеристикою його поверхневого шару. Оцінка міцності бетону за пружним відскоком бойка при ударі. Молоток (склерометр) Шмідта.

3. Ультразвуковий імпульсний метод визначення міцності бетону на стиск. Робота з приладом УІС17.

4. Визначення положення та діаметра арматури в залізобетонних конструкцій електромагнітним методом. Робота з приладом ІЗС-10Н.

На практичному занятті розглядаються принципові схеми приладів для визначення параметрів, які вимірюються при деяких випробуваннях бетону і залізобетонних конструкцій.

Викладачем виконується демонстрація роботи приладів за методикою вказаних випробувань. Вищеперераховані прилади є в наявності в лабораторії кафедри Будівельних конструкцій.

Під час заняття слухачі засвоюють методики натурних випробувань бетону і залізобетонних конструкцій для подальшого використання їх в практичній роботі інженера-будівельника.

#### **4. КОНТРОЛЬНА РОБОТА ДО ЗАЛІКУ З ДИСЦИПЛІНИ**

Для закріплення знань з дисципліни і допуску студентів заочного відділення до семестрового заліку виконується контрольна робота за індивідуальною тематикою у вигляді реферату. При підготовці до написання реферату у бібліотеці студент виконує підбір необхідної літератури за рекомендованим списком, а також за індивідуальним вибором. Об'єм реферату 5...10 сторінок (рукописного тексту). Вимоги до оформлення реферату – загальні. За текстом реферату необхідно наводити рисунки: принципові схеми приладів, схеми випробувань конструкцій, приклади графіків, діаграм тощо по результатам випробувань. Теми рефератів додаються. У додатку 1 наведено приклад оформлення залікового реферату.

#### **Теми рефератів**

1. Про дійсні умови роботи споруд. Ідеалізація розрахункових схем і розрахункових характеристик матеріалів.
2. Обстеження споруд та конструкцій. Задачі. Методи.
3. Методики перевірки якості і стану матеріалів і з'єднань. Добір зразків для лабораторних випробувань.
4. Особливості обстеження окремих видів конструкцій.
5. Основи метрології у будівництві. Задачі, які вирішуються метрологією.
6. Основи стандартизації у будівництві. Задачі, які вирішуються стандартизацією.
7. Оцінка міцності матеріалів за механічними характеристиками їх поверхневих шарів.
8. Акустичні методи дослідження будівельних конструкцій. Характеристика. Задачі, які вирішуються.
9. Радіаційні методи дослідження будівельних конструкцій. Характеристика. Задачі, які вирішуються.

10. Магнітні методи дослідження будівельних конструкцій. Характеристика. Задачі, які вирішуються.
11. Статичні випробування будівельних конструкцій. Загальні дані.
12. Механічні вимірювальні прилади для статичних випробувань будівельних конструкцій.
13. Вимірювання деформацій будівельних конструкцій тензорезисторами.
14. Обробка матеріалів статичних випробувань будівельних конструкцій. Статистична і графічна.
15. Динамічні випробування будівельних конструкцій. Загальні дані.
16. Способи збудження коливань при динамічних випробуваннях конструкцій.
17. Вимірювання при динамічних випробуваннях. Параметри вимірювання.
18. Вимірювальні прилади для динамічних випробувань. Вібрографи і вібродатчики.
19. Методика проведення динамічних випробувань будівельних конструкцій.
20. Основні метрологічні показники засобів вимірювань.
21. Похибки результатів вимірювання. Методики підвищення точності вимірів.
22. Повірка засобів вимірювальної техніки. Класифікація і методи.
23. Методи визначення міцності бетонів конструкцій та їх характеристика.
24. Методи визначення положення арматури в бетоні, її діаметра та товщини захисного шару. Магнітний та радіаційний.
25. Методи визначення дефектів будівельних конструкцій та їх характеристика.
26. Організація контролю якості у будівництві.
27. Сертифікація продукції.
28. Контроль якості конструкцій і з'єднань проникаючими рідинами і газами.
29. Програми забезпечення автоматизованих систем проектування.
30. Принципи і методи стандартизації. Стандартизація у будівництві.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сєдишев Є.С. Метрологія і стандартизація. Конспект лекцій для студентів 2 – 4 курсів денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 0921 – «Будівництво». – Харків. ХНАМГ, 2008.
2. Молодченко Г.А., Попельнух В.М. Метрологія і стандартизація. – Харків: ХНАМГ, 2001.
3. Борисенков В.Г., Андреев Ф.В. Метрологическое обеспечение строительного производства. Справочник строителя. – М.: Стройиздат, 1990.
4. Бичківський Р.В. та ін. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. – Львів, 2004.
5. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація. – Київ: Знання, 2005.
6. Тетиор А.Н., Померанец В.Н. Обследование и испытание сооружений. – Київ: Вища школа, 1988.
7. Испытание сооружений: Справочное пособие (Золотухин Ю.Д. и др.) – Минск: Высшая школа, 1992.
8. Обследование и испытание сооружений: Под ред. О.В.Лукина. – М.: Стройиздат, 1987.
9. Долидзе Д.Е. Испытание конструкций и сооружений. – М.: Высш. школа, 1975.

**ДОДАТОК 1**

**Приклад оформлення «Реферату»**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**Кафедра будівельних конструкцій**

**РЕФЕРАТ**

на тему: «Локаційні вимірювання відстаней між об'єктами»

**Виконав:**

слухач гр. МБГ-2014 д/в

Мещеряков С.В.

**Перевірив:**

старший викладач

Седишев Є.С.

**ХАРКІВ – 2015**

## ВСТУП

Одним з різновидів та методів знаходження відстаней в різних тілах, в газових та повітряних середовищах між тілами, є спектрометричні методи, зокрема локаційний метод. Локаційний метод оснований на вимірюванні часу проходження вимірюваної відстані променем, швидкість якого відома і залишається надмірною під час вимірювання.

## МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ

Найпоширенішими є методи та засоби радіолокації: оптичні та акустичні. Локаційний метод, що базується на використанні звукових та ультразвукових хвиль, називають ехо-звуковими.

У локаційних засобах джерело випромінювання та приймач знаходяться на одній границі вимірювання розміру, а на іншій границі – спеціальний відбивач, або замість останнього використовується границя об'єкта, відстань до якого визначається.

Радіолокаційний та оптичний локаційний методи застосовуються для вимірювання великих відстаней – від десятків до сотень метрів, та мільйонів кілометрів.

Акустична локація використовується в твердих, рідких і газоподібних середовищах для вимірювань розмірів та відстаней від міліметрів, до декількох кілометрів. В діапазоні радіо- та оптичної локації виникає необхідність вимірювати дуже малі часові інтервали ( $10^{-9}$ ... $10^{-11}$  с), що зумовлено великою швидкістю розповсюдження електромагнітних хвиль або внаслідок швидкого загасання електромагнітних коливань у рідких та твердих середовищах.

Швидкість розповсюдження звукових та ультразвукових коливань в повітрі дорівнює 333 м/с; в морській воді 1500 м/с, а в металах 3000-10000 м/с, тобто на декілька порядків менше від швидкості розповсюдження електромагнітних коливань, що дає змогу використовувати акустичну локацію для вимірювання малих відстаней.

Є два основні способи реалізації локаційного методу:

- імпульсний (принципальна схема наведена на рис. 1,а);
- модуляційний (фазовий) (рис.1б).

В першому способі використовується випромінювання у вигляді коротких імпульсів, а в другому – безперервне модульоване випромінювання у вигляді коротких імпульсів, фаза яких містить інформацію про вимірювану відстань.

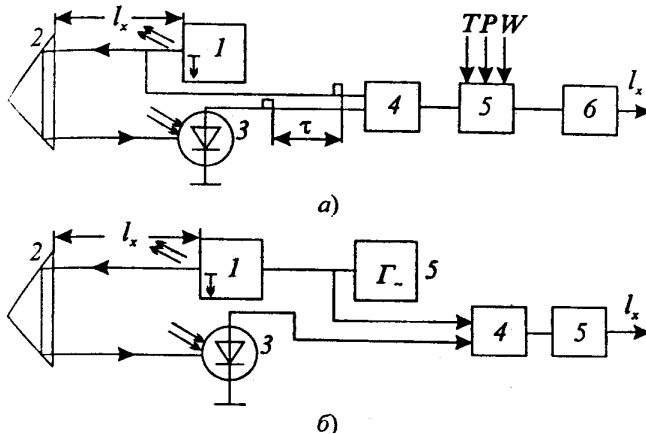


Рис. 1. Схеми реалізації локаційного методу вимірювань відстаней

В імпульсних локаторах випромінювання у вигляді короткого імпульсу від джерела випромінювання – лазера 1 спрямовується до об'єкта 2, відстань до якого вимірюють. Відбитий від об'єкта імпульс приймається оптикоелектронним датчиком 3. Інтервал часу протягом якого імпульс проходить подвійну вимірювану відстань визначається вимірювачем інтервалів часу 4.

Якщо відома швидкість ( $v$ ) розповсюдження променя, вимірювана відстань  $l_x$  обчислюється за допомогою обчислюваного пристрою 5 відповідно до формули  $l_x = t \cdot v / 2$  і безпосередньо відраховується відліковим пристроєм 6.

Швидкість розповсюдження електромагнітного випромінювання зокрема оптичного в повітряному середовищі визначається за формулою  $v = c / n$ , де  $c = 299792458$  м/с – швидкість світла у вакуумі;  $n$  - показник заломлення світла в середовищі, який залежить від його температури тиску, та вологості.

У сучасних високочастотних світловідалемірах одночасно з вимірюванням відстаней здійснюються допоміжні вимірювання метрологічних параметрів середовища (температури, тиску та вологості) в декількох точках вздовж вимірюваної відстані, результати якої вводяться в мікропроцесор 5 для уточнення значення швидкості світла в даному середовищі в момент вимірювання відстані. Цей спосіб надзвичайно



трудомісткий і використовується при дуже точних метрологічних вимірюваннях відстаней до декількох кілометрів, наприклад в установках для відтворення одиниць довжини на ділянці 50...1000 м.

У фазових (модуляційних) локаційних віддалемірах (рис. 1,б) використовується неперервне випромінювання лазера 1, модульоване за інтенсивністю синусоїдним сигналом з частотою  $f_i$  від генератора 5. Як інформативний параметр для визначення часу проходження променем подвійної вимірюваної відстані  $l_x$  приймається кут фазового зсуву між напругою на виході приймача випромінювання 3 ( $U$ ) та модульованою напругою, який вимірюється за допомогою фазометра 4 здійснюється на частоті модуляції  $f_m$ .

Вимірювана відстань визначається в обчислюваному пристрої 5 за формулою:

$$l_x = \frac{U}{2if_i} \left( N + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \right),$$

де  $N$  – повна кількість фазових циклів;  $\Delta\varphi$  – кут фазового зсуву в границях неповного фазового циклу.

#### ЛІТЕРАТУРА ДО РЕФЕРАТУ

1. Поліщук Е.С. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: вид. «Біскит», 2003.
2. Ксейль І.С. Методи та прилади контролю якості і сертифікації продукції. – Київ: вид. «Наука», 2003.
3. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань стандартизація та сертифікація. – Київ: вид. «Знання», 2005.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи і виконання контрольної роботи

та практичних занять з дисципліни

*«МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ»*

*для слухачів другої вищої освіти спеціальностей*

*7.06010101 – «Промислове і цивільне будівництво»*

*7.06010103 – «Міське будівництво та господарство»*

*7.06010107 – «Теплогазопостачання і вентиляція»*

Укладач: **СЄДИШЕВ Євгеній Серафимович**

Відповідальний за випуск: *В. С. Шмуклер*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *Є.С. Сєдишев*

План 2015, поз. 10М

---

Підп. до друку 24.02.2015

Друк на різнографі.

Зам. №

Формат 60 x 84/16

Ум. друк. арк. 0,8

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювачі

Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова,

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011р.