



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Кафедра промислового, цивільного будівництва
та інженерних споруд

03-01-106

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення

навчальної дисципліни «**Метрологія і стандартизація**»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія
денної, заочної та дистанційної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною
радою з якості ННІБА
Протокол № 1
від 10 жовтня 2019 р.

Рівне – 2019



Національний університет

Методичні вказівки до самостійного вивчення навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 192 192 Будівництво та цивільна інженерія денної, заочної та дистанційної форм навчання [Електронне видання] / Голуб О. В., Савицький В. В. – Рівне : НУВГП, 2019. – 16 с.

Укладачі: Голуб О. В., канд. техн. наук, ст. наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд; В.В. Савицький, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

Відповідальний за випуск: Бабич Є. М., д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

Керівник

групи забезпечення спеціальності

Бабич Є. М.

© О. В. Голуб, В. В. Савицький, 2019
© НУВГП, 2019



Вступ

Програма вивчення дисципліни передбачає три основних види занять – лекції (12 годин), лабораторні роботи (10 годин) і самостійну роботу в позааудиторний час.

Вивчення курсу для студентів всіх форм навчання закінчується модульним контролем знань. Така форма кінцевого звіту зобов'язує кожного студента виконати та публічно захистити цикл лабораторних робіт і оволодіти теоретичними знаннями, за якими і проводиться модульний контроль знань.

Задачі вивчення даного курсу: познайомити студентів з основами метрології та стандартизації в будівництві, навчити їх методів та засобів вимірювань при обстеженні, контролю якості матеріалів, конструкцій, будівель та споруд, методів обробки та аналізу результатів вимірювань.

Запропоновані методичні вказівки містять перелік рекомендованої літератури, зміст розділів курсу, питання для контролю та самоконтролю, запитання для підготовки до заліку, посилання на літературні джерела.





1. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Основи стандартизації. Забезпечення якості будівельного виробництва

1.1 Основи стандартизації. Державна система стандартизації України (Тема 1 – 1 година)

Правові основи, задачі і принципи стандартизації. Організаційна система стандартизації. Історія і етапи розвитку метрології і стандартизації. Державні нормативні документи зі стандартизації. Поняття про стандарти. Порядок розроблення, упровадження стандартів, нагляд за дотриманням. Напрямки гармонізації національних НД з міжнародними. (1/ с.70-73)

Контрольні запитання

1. Дайте визначення стандарту і стандартизації. Що є об'єктом стандартизації?
2. Яка організаційна система стандартизації в Україні?

1.2. Стандартизація в галузі будівництва (Тема 2 – 1 година)

Нормативні документи для технічного регулювання в галузі будівництва. Системи стандартів. Категорії та види стандартів у галузі будівництва. Поняття про модульно-координаційну систему. Координаційні та конструктивні розміри будівель, будівельних конструкцій, виробів і обладнання. (1/ с.71-73)

Контрольні запитання

1. Системи стандартів.
2. Назвіть критерії стандартів і їх зміст.
3. Назвіть основні види стандартів.
4. Який порядок розроблення та впровадження стандартів в Україні?



1.3. Елементи системи якості, система розробки і постачання продукції на виробництво (Тема 3 – 1 година)

Стандартизація систем керування якістю. Фактори, що зумовлюють якість продукції, елементи системи якості. (/1/ с.67-68)

Види контролю якості. Виконання функцій забезпечення якості на етапі «Проектування та розроблення продукції». Виконання функцій забезпечення якості на етапі «Виробництво». (/1/ с.68-69)

Система розробки і впровадження продукції на виробництво. (/1/ с.69-70).

Контрольні запитання

1. Дайте означення якості продукції. Назвіть фактори, що впливають на якість продукції.
2. Що являє собою контроль якості будівельної продукції?
3. В чому полягає нормо контроль якості продукції?
4. Види контролю якості продукції на підприємствах.
5. Вкажіть призначення та зміст Системи розробки і впровадження продукції на виробництво (СРПВ).

1.4. Економічна ефективність стандартизації

(Тема 4 – 1 година)

Техніко-економічна ефективність стандартизації. (/1/ с.73-74)

Контрольні запитання

1. В чому полягає економічна ефективність стандартизації?
2. Як оцінюється економічна ефективність стандартизації?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Методи і засоби вимірювань у будівництві та цивільній інженерії

1.5. Метрологія та державна система забезпечення єдності вимірювань

(Тема 6 – 1 година)



Визначення метрології як науки. Оцінка видатними вченими значення вимірювань. Основні задачі метрології. Науково-технічний і законодавчий аспекти метрології. Основні стандарти державної системи вимірювань. Метрологічна служба України та її функції. Види державного метрологічного контролю. (1/ с.20-21, 2/ с.3-8, 3/ с.3-5, 4/ с. 41-42.)

Контрольні запитання

1. Визначення метрології як науки.
2. Основні задачі метрології.
3. Аспекти метрології, їх зміст.
4. Що таке вимірювання?
5. Структура метрологічної служби України.
6. Назвіть основні законодавчі акти, що є базою метрології.
7. Назвіть міжнародні організації з метрології, мета їх роботи і основні задачі.

1.6. Основи технічних вимірювань

(Тема 7 – 1 година)

Поняття вимірювання фізичної величини, одиниць фізичних величин. Істинне і дійсне значення фізичної величини. Основні і похідні одиниці. Міжнародна система одиниць СІ. Основні, додаткові одиниці СІ. Кратні та дільні одиниці. Правила написання позначень одиниць. (1/ с.22-25, 2/ с.8-11, 3/ с. 5-6)

Похибки вимірювань і їх систематизація. Абсолютні і відносні похибки, систематичні і випадкові похибки, інструментальні і методичні похибки. (1/ с.65-66, 2/ с. 9, 3/ с.7-9, 4/ с.42-45)

Контрольні запитання

1. Що характеризує фізична величина?
2. Що називається одиницею фізичної величини?
3. В чому різниця між істинним і дійсним значенням фізичної величини?
4. Які одиниці фізичних величин називають основними і які похідними?
5. Що називають системою одиниць фізичних величин?



6. Які механічні одиниці входять в систему СІ?
7. Основні префікси для позначення кратних і дольних одиниць в системі СІ.
8. Правила написання позначень одиниць.
9. Що є основним показником точності вимірювань?
10. Систематизація похибок вимірювань і їх види.

1.7. Метрологічне забезпечення будівельного виробництва (Тема 8 – 3 години)

Поняття еталона. Первинні і вторинні еталони. Еталони-копії, еталони-порівняння, робочі еталони. Зразкові і робочі засоби вимірювань. Метрологічне забезпечення вимірювань. Наукова, організаційна, технічна і правова основи метрологічного забезпечення. Забезпечення єдності вимірювань. Повірка та атестація засобів вимірювань. (1/ с.25-26, 29-30, 2/ с.24-27, 3/ с.12)

Класифікація засобів вимірювань за функціональним призначенням. Міри, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, вимірювальні інформаційні системи. Методи вимірювань. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою. Способи вимірювань. Прямі, непрямі і сукупні вимірювання. (1/ с.26-28, 2/ с.11-12, 15-16)

Основні характеристики вимірювальних приладів. Довжина поділки шкали. Ціна поділки шкали. Початкове і кінцеве значення шкали. Діапазон показів і діапазон вимірювань. Границя вимірювань. Клас точності засобів вимірювань. Фактори, які необхідно враховувати при виборі засобів вимірювань. Класифікація вимірювальних приладів за призначенням та за принципом дії. (1/ с.28-29, 2/ с.12-15, 22-23, 3/ с.7-9)

Прилади для вимірювання лінійних переміщень. Принцип їх дії. Найпростіший прогиномір з двох рейок. Прогиномір важільної конструкції. Прогиноміри Н.Н. Максимова і Н.Н. Аїстова. Кінематична схема, принцип дії. Метрологічні характеристики індикаторів годинникового типу. Марки, кінематична схема, принцип дії. Метрологічні характеристики. (1/ с.31-33, 3/ с.67-68, 4/ с.74-75, 5/ с.53-54)

Прилади для вимірювання кутових переміщень. Клинометр Стоппані. Конструктивна схема, принцип дії, метрологічні



характеристики. Преваги і недоліки. Важільний клинометр. Конструкція, метрологічні характеристики. (1/ с.35-37, /3/, с.67-68, /4/ с.76-78, /5/ с.55)

Прилади для вимірювання деформацій. Струнні тензометри, будова та принцип дії. Важільний тензометр Гугенберга. Кінематична схема, метрологічні характеристики. Преваги і недоліки. Тензометр Аістова. Будова принцип дії, метрологічні характеристики. (1/ с.33-35, /3/ с.63-65, /4/ с.78-82, /5/ с.55)

Тензорезисторні перетворювачі. Мостова вимірювальна схема, принцип її дії. Конструкція дровових і фольгових тензорезисторів. Коефіцієнт тензочутливості. (1/ с.37-39, /4/ с.83-91, /5/ с.63-72)

Ємнісні перетворювачі. Принцип дії. Конструктивні схеми плоскопаралельних перетворювачів зі змінними відстанями між пластинами, змінною площею пластин і змінною діелектричною провідністю. Конструктивна схема і особливості використання коаксіального перетворювача. (/2/ с.137-139)

Індуктивні перетворювачі. Принцип дії. Конструктивні схеми перетворювачів зі змінним повітряним зазором і з рухомих сердечником. Преваги і недоліки. (/2/ с.136-138)

Ультразвукові перетворювачі. Принцип дії. Конструктивна схема ультразвукового перетворювача при вимірюванні швидкості руху рідини. (/5/ с.103-113)

Контрольні запитання

1. Що називається еталоном?
2. Види еталонів і їх призначення.
3. Що таке метрологічне забезпечення вимірювань?
4. Наукова, організаційна, технічна і правова основи метрологічного забезпечення.
5. Які положення необхідно виконувати для забезпечення єдності вимірювань?
6. Що таке повірка засобів вимірювання і ким вона проводиться?
7. Класифікація засобів вимірювань за функціональним призначенням і їх характеристика.
8. Основні методи вимірювань. Способи їх реалізації.
9. Які основні метрологічні характеристики показуючи вимірювальних приладів Ви знаєте?



10. Що називають довжиною і ціною поділки шкали?
11. Що таке діапазон показів і діапазон вимірювань?
12. Клас точності засобів вимірювань. Що він визначає? Як він показується на шкалі приладів?
13. Фактори, що враховуються при виборі засобів вимірювань.
14. Яким приладам віддається перевага при проведенні натурних випробувань і обстеженні споруд?
15. Яким приладам віддається перевага при випробуваннях моделей?
16. Класифікація вимірювальних приладів за призначенням.
17. Класифікація вимірювальних приладів за принципом дії.
18. Які прилади для вимірювання лінійних переміщень Ви знаєте?
19. Найпростіший прогиномір з двох рейок.
20. Будова та принцип дії прогиноміра важільної конструкції.
12. Кінематична схема та принцип дії прогиноміра БПАО.
22. Які марки індикаторів Ви знаєте? Основні метрологічні характеристики.
23. Кінематична схема і принцип дії індикаторів.
24. Переваги і недоліки індикаторів.
25. За якою формулою обробляються покази прогиномірів і індикаторів?
26. Які прилади для вимірювання кутових переміщень Ви знаєте?
27. Призначення та принцип дії клинометра Стоппані. Метрологічні характеристики приладу.
28. За якою формулою визначається кут повороту в клинометрі Стоппані?
29. Переваги і недоліки клинометра Стоппані.
30. Опишіть будову та принцип дії важільного клинометра.
31. Які прилади для вимірювання деформацій Ви знаєте?
32. Типи тензометрів.
33. Будова та принцип дії струнного тензометра. Формула для визначення відносної деформації.
34. Призначення, будова та принцип дії тензометра Гугенбергера. Метрологічні характеристики приладу.
35. Переваги та недоліки тензометра Гугенбергера.



36. Призначення, будова та принцип дії тензметра Аістова.

Метрологічні характеристики приладу.

37. За якою формулою визначають відносні деформації при вимірюванні тензометрами Гугенбергера і Аістова?

38. Вимірювальна схема тензорезисторного перетворювача.

39. На чому базується принцип роботи тензорезисторів?

40. Типи тензорезисторів та їх конструкція.

41. Основна характеристика тензорезистора.

42. Принцип дії ємнісних перетворювачів.

43. Види ємнісних перетворювачів.

44. Конструктивні схеми плоскопаралельних ємнісних перетворювачів.

45. Особливості конструкції і застосування коаксіальних ємнісних перетворювачів.

46. Принцип дії індуктивних перетворювачів.

47. Конструктивні схеми індуктивних перетворювачів.

48. Принцип дії ультразвукових перетворювачів.

49. Конструктивна схема ультразвукового перетворювача при вимірюванні швидкості руху рідини.

1.8. Неруйнівні методи контролю якості виготовлення та випробувань конструкцій будівель і споруд. Класифікація неруйнівних методів

(Тема 10 – 2 години)

Загальна характеристика руйнівних і неруйнівних методів контролю якості будівельних конструкцій і матеріалів. Класифікація неруйнівних методів. Переваги і недоліки. (1/ с.39-40, /3/ с.37-38, /4/ с.166-169, /5/ с.91-92)

Механічні методи визначення міцності матеріалів, їх класифікація. Метод пластичних деформацій. Прилади статичної і динамічної дії. «Штамп НИИЖБа». Принцип дії, порядок роботи. Еталонний молоток Кашкарова. Будова, порядок роботи з ним. Метод пружного відскоку. Прилади. Пружинний прилад КМ. Будова, порядок роботи. Молоток Шмідта. Прилад ОНИКС-2.5. Методи місцевих руйнувань. Висмикування анкерних пристроїв. Відрив приклеєного сталевого диску. Сколювання ребра конструкції. (1/ с.40-46, /3/ с.38-40, /4/ с.170-182, /5/ с.94-103)

Класифікація акустичних методів визначення фізико-механічних властивостей матеріалів. Ультразвуковий імпульсний метод. Способи прозвучування. Ударний метод. Імпульсний ехо-метод. Тіньовий метод. (/1/ с.46-50, /3/ с.40-49, /4/ с.183-188, 192-193, /5/ с.103-113)

Класифікація радіаційних методів визначення густини, вологості і дефектів у виробках і конструкціях. Рентгенівський метод. Схеми виявлення дефектів і глибини їх розташування. Гама-метод. Типи зондів. Радіографічний метод. Метод нейтронного випромінювання. (/1/ с.50-53, /3/ с.49-51, /4/ с.188-190, /5/ с.113-125)

Класифікація магнітних і електромагнітних методів в дефектоскопії будівельних матеріалів і конструкцій. Магнітопорошковий метод. Магнітографічний метод. Індуктивний метод. (/1/ с.53-56, /3/ с.51-54, /4/ с.194, /5/ с.125-130)

Класифікація методів проникаючих середовищ в дефектоскопії будівельних матеріалів, конструкцій будівель і споруд. Методи пошуку течії. Капілярний метод. (/1/ с.56-57, /3/ с.54-55, /4/ с.194, /5/ с.92-94)

Контрольні запитання

1. Методи контролю якості будівельних конструкцій і матеріалів. Класифікація неруйнівних методів. Переваги і недоліки.
2. Класифікація механічних методів визначення міцності бетону.
3. Метод пластичних деформацій. Прилади, що застосовуються.
4. Метод пружного відскоку. Прилади, що застосовуються.
5. Метод місцевих руйнувань. Засоби, що застосовуються.
6. Класифікація акустичних методів визначення фізико-механічних властивостей матеріалів. Їх загальна характеристика.
7. Ультразвуковий імпульсний метод визначення фізико-механічних властивостей. Схема випробувань.
8. Ударний метод визначення фізико-механічних властивостей. Схема випробувань.
9. Імпульсний ехо-метод визначення дефектів в виробках і конструкціях. Схема випробувань.
10. Тіньовий метод визначення дефектів в виробках і конструкціях. Схема випробувань.



11. Класифікація радіаційних методів визначення густини, вологості і дефектів у виробках і конструкціях. Їх загальна характеристика.
12. Рентгенівський метод неруйнівних випробувань. Схема виявлення дефектів і визначення глибини їх розташування.
13. Гама-метод. Типи зондів, види просвічування.
14. Радіографічний метод неруйнівних випробувань. Схеми контролю зварних швів.
15. Метод нейтронного випромінювання при неруйнівних випробуваннях. Схеми вимірювань.
16. Класифікація магнітних і електромагнітних методів в дефектоскопії будівельних матеріалів і конструкцій. Їх загальна характеристика.
17. Магнітопорошковий метод дефектоскопії будівельних матеріалів і конструкцій.
18. Магнітографічний метод дефектоскопії будівельних матеріалів і конструкцій.
19. Індуктивний метод визначення товщини захисного шару бетону і діаметра арматури.
20. Методи проникаючих середовищ в дефектоскопії будівельних матеріалів і конструкцій.

1.9. Статистичний аналіз і оцінка похибок вимірювання

(Тема 11 – 1 година)

Поняття варіювання і варіанти. Варіаційний ряд. Ранжирований варіаційний ряд. Згрупований і інтервальний варіаційний ряд. Ширина інтервалу. Середня арифметична; проста і зважена. (/7/ с.6-8, /8/ с.35-58, /9/ с.5-17)

Характеристики варіації. Розмах варіації. Середнє лінійне і середнє квадратичне відхилення. Коефіцієнт варіації. (/1/ с.61-64, /4/ с.17, 21-23, /7/ с.8-11, /8/ с.61-74, /9/ с.39-42)

Гістограма. Крива розподілу. Лівостороння і правостороння асиметрія. Додатний і від'ємний ексцес. Криві нормального розподілу. Мода . Медіана. (/4/ с.17-26, /7/ с.49-59, /8/ с.74-77, /9/ с.110-135)

Функціональна і кореляційна залежність. Прямолінійна і криволінійна, пряма і зворотня кореляція. Коефіцієнт кореляції,



межі його значень. Помилка коефіцієнта кореляції. Критерій достовірності коефіцієнта кореляції. Рівняння кореляційної прямої. Кореляційне відношення. Помилка кореляційного відношення. Критерій достовірності кореляційного відношення. (/1/ с.64-65, /4/ с.31-35, /7/ с.60-96, /8/ с.77-100, /9/ с.136-193)

Контрольні запитання

1. Чим може бути обумовлена відмінність окремих числових значень властивостей, що вивчаються?
2. Що називається варіантами?
3. Визначення варіаційного ряду, ранжируваного варіаційного ряду.
4. Які варіаційні ряди називають згрупованими і які інтервальними?
5. Види середньої арифметичної. Як вони розраховуються?
6. Як призначається ширина інтервалу?
7. Розмах варіації.
8. За якими формулами визначається середнє лінійне відхилення в незгрупованих і згрупованих варіаційних рядах?
9. За якими формулами визначається середнє квадратичне відхилення в різних рядах?
10. Коефіцієнт варіації. В чому його перевага порівняно з іншими характеристиками варіації?
11. Як будується гістограма і крива розподілу?
12. Види асиметрій і ексцесів у кривих розподілу.
13. Які значення варіанти називаються модою і медіаною?
14. Види залежності між фізичними величинами.
15. Види кореляції.
16. Що характеризує коефіцієнт кореляції?
17. В яких межах може коливатися коефіцієнт кореляції? На що вказує його числове значення і знак?
18. Помилка коефіцієнта кореляції.
19. Критерій достовірності коефіцієнта кореляції.
20. Який параметр використовують для кількісної оцінки криволінійних зв'язків?



2. МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАТЬ

2.1. Загальні вимоги і порядок проведення модульного контролю знань

Вивчення дисципліни для студентів всіх форм навчання і спеціальностей закінчується модульним контролем знань, який проводить лектор. Також необхідно представити журнал попередньо захищених лабораторних робіт, підписаний студентом.

Модульного контроль студент складає у формі тестування на комп'ютерах у формі тестів з контрольними запитаннями з теоретичного курсу трьох рівнів складності. Для підготовки до відповіді відводиться 45 хвилин часу, протягом яких студент відповідає на запитання, що наведені в тестовому завданні. Модульний контроль вважається складеним за умови вказання правильних варіантів відповідей хоча б на 60% тестових запитань.





Література

1. Караван В. В. Метрологія і стандартизація : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2011. 101 с.
2. Васильев А. С. Основы метрологии и технические измерения. М. : Машиностроение, 1988. 240 с.
3. Гончаров В. И., Соколов А. М. Метрология, стандартизация, обследование и испытание сооружений. Киев : УМК ВО, 1989. 88 с.
4. Золотухин Ю.Д. Испытание строительных конструкций. Минск : Высшэйшая школа, 1983. 208 с.
5. Лужин О. В. и др. Обследование и испытание сооружений. М. : Стройиздат, 1987. 264 с.
6. Судаков В. В. Контроль качества и надежность железобетонных конструкций. Ленинград: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1980. 168 с.
7. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений. М. : Лесная промышленность, 1966. 252 с.
8. Статистика : підручник для вузів / Головач А. В. та інші. Київ : Вища школа, 1993. 623 с.
9. Венецкий И. Т. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. 1975. 264 с.
10. Семенов В. Н. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства. Ленинград : Стройиздат, Ленинградское отделение, 1985. 224 с.



Зміст

Вступ	3
1. Зміст дисципліни	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи стандартизації. Забезпечення якості будівельного виробництва.	
1.1. Основи стандартизації. Державна система стандартизації України.....	4
1.2. Стандартизація в галузі будівництва.....	4
1.3. Елементи системи якості, система розробки і постачання продукції на виробництво.....	5
1.4. Економічна ефективність стандартизації.....	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Методи і засоби вимірювань у будівництві	5
1.5. Метрологія та державна система забезпечення єдності вимірювань.....	5
1.6. Основи технічних вимірювань.....	6
1.7. Метрологічне забезпечення будівельного виробництва.....	7
1.8. Неруйнівні методи контролю якості виготовлення та випробувань конструкцій будівель і споруд. Класифікація неруйнівних методів.....	10
1.9. Статистичний аналіз і оцінка похибок вимірювання.....	12
2. Модульний контроль знань	14
2.1. Загальні вимоги і порядок проведення модульного контролю.....	14
Література	15