

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до самостійної роботи
з вивчення дисципліни

«Контрольно вимірювальні прилади»

для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми «**Технології машинобудування**»
галузі знань «Механічна інженерія»
усіх форм навчання

2019

Методичні рекомендації до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» усіх форм навчання / Укл. С.І. Дядя, В.М. Томілін – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 17 с.

Укладачі: Дядя С.І., доцент, канд. техн. наук, зав. каф. ТМБ
Томілін В.М., зав.лаб. каф. ТМБ

Рецензент: Гончар Н.В., доц., к.т.н.

Відповідальний за випуск: доц., к.т.н. Дядя С.І.

Затверджено
на засіданні кафедри ТМБ
протокол № 1
від 21.08.2018 р.

Рекомендовано до видання НМК
машинобудівного факультету
протокол № 1
від 12 вересня 2018 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Мета і завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі	5
1.1 Мета вивчення дисципліни	5
1.2 Завдання вивчення дисципліни	5
2 Робоча програма дисципліни	6
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення	6
2.2 Перелік лабораторних робіт та їх тривалість	11
2.3 Контрольні питання	11
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	13
4 Рекомендована література	16
4.1 Базова література	16
4.2 Допоміжна література	16
4.3 Інформаційні ресурси	17
4.4 Навчально-методична література	17

ВСТУП

Дисципліна «Контрольно вимірювальні прилади» необхідна для ознайомлення студентів з контрольно вимірювальними засобами, що забезпечують перевірку відповідності виготовленої деталі вимогам креслення як при активному так і при пасивному контролі, що підвищує якість підготовки фахівця за спеціальністю «Технології машинобудування» при виконанні робіт з забезпечення точності виготовлення та складання деталей.

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, не дає можливості у необхідному обсязі викласти передбачений навчальний матеріал. Тому частина робочої навчальної програми дисципліни може не викладатися на аудиторних заняттях, що передбачає її самостійне вивчення. До того ж, і той матеріал, що викладається в аудиторії, теж повинен бути закріплений шляхом самостійної роботи студента.

Згідно діючого навчального плану викладання дисципліни здійснюється у 9-му семестрі загальною кількістю 90 годин (3 кредити), в тому числі лекції – 16 годин, лабораторні роботи – 14 години, індивідуальна самостійна робота студента – 60 годин. По закінченню семестру передбачено екзамен з дисципліни.

Мета методичних рекомендацій полягає в наступному:

- ознайомити студентів з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тією частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- навести необхідну навчальну літературу по кожній тематиці дисципліни;
- надати методичні вказівки та контрольні питання для самоперевірки знань;
- ознайомити студентів з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета вивчення дисципліни

«Контрольно вимірювальні прилади» – інженерна дисципліна, мета якої полягає в ознайомленні студентів з призначенням, конструкцією, принципами роботи контрольно вимірювальних приладів та їх проектуванням.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Загальним завданням курсу є ознайомлення студентів з засобами контролю різних деталей в залежності від типу виробництва, принципами їх проектування, формування навичок з вибору та використання засобів контролю.

Після вивчення курсу магістри повинні уміти:

- обирати засоби контролю;
- користуватися засобами контролю;
- розраховувати точність обраного контрольного засобу;
- проектувати контрольні пристрої.

Повинні знати:

- конструкції засобів контролю;
- похибки, що впливають на точність вимірювання;
- схеми базування деталей при контрольних вимірюваннях;
- вимоги до засобів контролю;
- методи розрахунків на точність контрольних пристроїв.

Перелік дисциплін, засвоєння яких є необхідним для вивчення дисципліни:

- вища математика;
- фізика;
- теоретична механіка;
- опір матеріалів;
- деталі машин;
- технологічні основи машинобудування;
- технологічна оснастка;

- різальний інструмент;
- обладнання та транспорт механообробних цехів.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

По кожній тематичі вказані години на лекційні заняття. Години на самостійну роботу студента при вивченні кожної теми надані у розділі 3.

2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення

2.1.1 Класифікація вимірювань, вимірювальних пристроїв - 2 години

Класифікація робочих засобів вимірювання по типу та виду, по контакту засобів вимірювання та об'єкту вимірювання, по принципу дії та універсальності, по можливості регулювання, по ступеню механізації та автоматизації. Похибка та точність результатів вимірювання. Метрологічні характеристики засобів вимірювання та контролю. Вибір засобів вимірювання та контролю.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на класифікацію контрольних засобів за ступенем універсальності, механізації та автоматизації, похибки, що впливають на точність вимірювання, метрологічні показники засобів контролю, критерії, за якими обирають засоби контролю.

[1] с.14-19, [2] с.27-51, 440; [3] с.4-7, 18; [9]

Питання для самоперевірки

1. Основні функції вимірювання.
2. Роль метрології в забезпеченні якості продукції.
3. Класифікація видів вимірювання.
4. Методи вимірювань.
5. Метрологічні показники засобів вимірювання.
6. Похибки вимірювання.
7. Класифікація засобів контролю.
8. Види контролю.
9. Вимоги до засобів контролю.
10. Випадкові та систематичні похибки вимірювання.

2.1.2 Універсальні засоби вимірювання та контролю – 2 години

Вимірювання та контроль геометричних величин, плоскопаралельні кінцеві міри, штангенінструмент, мікрометричний інструмент, засоби вимірювання та контролю з механічним перетворювачем, з оптико-механічним перетворювачем, з електричним та електромеханічним перетворювачем, засоби контролю хвилястості та шорсткості. Вимірювання та контроль механічних величин.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу принципи вибору контрольних засобів для вимірювання геометричних величин, конструкції цих засобів вимірювання, перетворювачі, що використовуються в засобах контролю.

[1]; [2] с.51-111с; [3] [6]; [9].

Питання для самоперевірки

1. Засоби вимірювань геометричних величин.
2. Штангенінструменти, їх конструкція та призначення.
3. Мікрометричні інструменти, їх конструкція та призначення.
4. Конструкції засобів вимірювання з механічним перетворювачем, принцип роботи
5. Конструкції засобів вимірювання з оптико-механічним перетворювачем, принцип роботи.
6. Конструкції засобів вимірювання з електричним перетворювачем, принцип роботи.
7. Конструкції засобів вимірювання з електро-механічним перетворювачем, принцип роботи.
8. Конструкція та принцип роботи профілометра
9. Конструкція та принцип роботи твердомірів.
10. Конструкція та призначення координатно вимірювальних машин.

2.1.3 Засоби контролю точності форми та розташування поверхонь. Переналагоджувані пристрої – 4 години

Пристосування для контролю радіального та торцевого биття, відхилення від площинності, круглості, перпендикулярності.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на визначення таких похибок, як радіальне та торцеве биття, відхилення від паралельності,

плоскостності, перпендикулярності, прив'язку до цих визначень конструкцій пристосувань.

[3] с.23-33; [4]; [5]; [9]

Питання для самоперевірки

1. Похибки форми поверхні деталі, визначення
2. Похибки розташування поверхонь деталі.
3. Конструкції пристосувань для контролю радіального биття поверхонь.
4. Конструкції пристосувань для контролю торцевого биття поверхонь.
5. Конструкції пристосувань для контролю паралельності поверхонь.
6. Конструкції пристосувань для контролю перпендикулярності поверхонь циліндричних деталей.
7. Конструкції пристосувань для контролю співвісності отворів.
8. Конструкції пристосувань для контролю для контролю перпендикулярності поверхонь призматичних деталей.
9. Конструкції універсальних контрольних пристосувань, її можливості
10. Переналаджувані пристосування.

2.1.4 Засоби автоматизації вимірювань та контролю – 2 години

Автоматизовані контрольні пристрої для активного та пасивного контролю. Системи автоматичного контролю для ГВС та верстатів з ЧПК.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на визначення можливостей автоматизації контрольних операцій безпосередньо при механічній обробці, які методи при цьому використовуються, принцип роботи автоматизованих контрольних засобів.

[2] с.324-428; [8]; [9]

Питання для самоперевірки

1. Класифікація автоматизованих та автоматичних засобів вимірювання.
2. Принцип побудови пристроїв для автоматизованого контролю.
3. Особливості метрологічних характеристик автоматизованих засобів контролю.
4. Вимірювальні перетворювачі для автоматизованих засобів вимі-

рювання.

5. Автоматизовані контрольні пристрої.
6. Автоматичні системи для пасивного контролю.
7. Засоби активного контролю.
8. Вимірювальні системи активного контролю для шліфувальних верстатів.
9. Засоби контролю стану інструменту на фрезерних верстатах
10. Автопідналаджувачі.

2.1.5 Підготовка вихідних даних – 2 години

Розробка принципової схеми контролю. Вибір елементів конструкції, засобів вимірювання, допоміжних засобів. Розробка компоновки контрольно-вимірювального пристрою

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на особливості обрання вихідних даних для проектування контрольного пристосування у відповідності до форми деталі та точності перевіряємої поверхні, визначення економічної ефективності різних варіантів контролю.

[1]; [2] с.440-451, [3] с.9-18; [9]

Питання для самоперевірки

1. Вибір схеми контролю.
2. Вибір методів та засобів контролю.
3. Схеми контролю геометричної точності деталей.
4. Розрахунок економічної ефективності варіантів контролю.
5. Технологічні карти контрольних операцій.
6. Ескізи контрольних операцій.
7. Вибір базової конструкції пристосування.

2.1.6 Розрахунок контрольного пристрою на точність – 4 години

Сумарна похибка та її складові. Розрахунок похибки базування та закріплення. Принцип роботи спроектованого контрольно вимірювального пристрою. Вимоги до складального креслення контрольно вимірювальних пристроїв.

Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на визначення похибок пристосування, що проектується в залежності від схеми базування та закріплення.

[1]; [3] с.19-23.

Питання для самоперевірки

1. Визначення допустимої точності виготовлення.
2. Визначення похибок вимірювання універсальних засобів.
3. Складові похибки вимірювання.
4. Похибки, що залежать від установчих мір.
5. Похибки, що залежать від зусилля вимірювання.
6. Похибки, що залежать від температурних деформацій.
7. Похибки, що виникають при вимірюванні внутрішніх поверхонь.
8. Похибки, що вносяться оператором.

2.2 Перелік лабораторних робіт та їх тривалість

2.2.1 Контроль лінійних та діаметральних розмірів – 2 години

2.2.2 Контроль радіального биття зубчастих колес – 4 години

2.2.3 Контроль накопиченої похибки окружного кроку зубчастих коліс – 4 годин

2.2.4 Контроль биття циліндричних та конічних зубчастих коліс при різних схемах установки 4 години

Методичні вказівки

При підготовці до виконання лабораторних робіт слід користуватися методичними вказівками [15], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

2.3 Контрольні питання

При підготовці до поточного та остаточного контролю знань студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на нижченаведені питання, які охоплюють вузлові положення дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади».

1. Основні функції вимірювання.
2. Роль метрології в забезпеченні якості продукції.
3. Класифікація видів вимірювання.
4. Методи вимірювань.
5. Метрологічні показники засобів вимірювання.
6. Похибки вимірювання.
7. Класифікація засобів контролю.
8. Види контролю.
9. Вимоги до засобів контролю.
10. Випадкові та систематичні похибки вимірювання.
11. Засоби вимірювань геометричних величин.
12. Штангенінструменти, їх конструкція та призначення.
13. Мікрометричні інструменти, їх конструкція та призначення.
14. Конструкції засобів вимірювання з механічним перетворювачем, принцип роботи
15. Конструкції засобів вимірювання з оптико-механічним перетворювачем, принцип роботи.
16. Конструкції засобів вимірювання з електричним перетво-

рювачем, принцип роботи.

17. Конструкції засобів вимірювання з електро-механічним перетворювачем, принцип роботи.

18. Конструкція та принцип роботи профілометра

19. Конструкція та принцип роботи твердомірів.

20. Конструкція та призначення координатно вимірювальних машин.

21. Похибки форми поверхні деталі, визначення

22. Похибки розташування поверхонь деталі.

23. Конструкції пристосувань для контролю радіального биття поверхонь.

24. Конструкції пристосувань для контролю торцевого биття поверхонь.

25. Конструкції пристосувань для контролю паралельності поверхонь.

26. Конструкції пристосувань для контролю перпендикулярності поверхонь циліндричних деталей.

27. Конструкції пристосувань для контролю співвісності отворів.

28. Конструкції пристосувань для контролю для контролю перпендикулярності поверхонь призматичних деталей.

29. Конструкції універсальних контрольних пристосувань, її можливості

30. Переналагоджувані пристосування.

31. Класифікація автоматизованих та автоматичних засобів вимірювання.

32. Принцип побудови пристроїв для автоматизованого контролю.

33. Особливості метрологічних характеристик автоматизованих засобів контролю.

34. Вимірювальні перетворювачі для автоматизованих засобів вимірювання.

35. Автоматизовані контрольні пристрої.

36. Автоматичні системи для пасивного контролю.

37. Засоби активного контролю.

38. Вимірювальні системи активного контролю для шліфувальних верстатів.

39. Засоби контролю стану інструменту на фрезерних верстатах

40. Автопідналагоджувачі.

41. Вибір схеми контролю.

42. Вибір методів та засобів контролю.
43. Схеми контролю геометричної точності деталей.
44. Розрахунок економічної ефективності варіантів контролю.
45. Технологічні карти контрольних операцій.
46. Ескізи контрольних операцій.
47. Вибір базової конструкції пристосування.
48. Визначення допустимої точності виготовлення.
49. Визначення похибок вимірювання універсальних засобів.
50. Складові похибки вимірювання.
51. Похибки, що залежать від установчих мір.
52. Похибки, що залежать від зусилля вимірювання.
53. Похибки, що залежать від температурних деформацій.
54. Похибки, що виникають при вимірюванні внутрішніх поверхонь.
55. Похибки, що вносяться оператором.

З КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни.

Контрольні заходи з дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади» передбачають наступні кваліфікаційні завдання:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- виконання та захист звітів лабораторних робіт;
- складання екзамену.

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надані у таблиці 3.1.

У десятому семестрі планується проведення підсумкового модульного залікового контролю.

Для закріплення поточних знань на протязі семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує попередню оцінку. Слід зазначити всі заходи, що плануються, повинні бути складені по-

зитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного-двох тижнів.

Таблиця 3.1- Структура навчальної дисципліни

Модулі (блоки змісто- вих моду- лів)	Найменування змісто- вих модулів дисцип- ліни	Розподіл навчально- го часу за елемент- ами модуля (видами занять), години				Номер лабораторної ро- боти	Обсяг наванта- ження студента	
		Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Самостійна робота		Годин	Кредитів
Блоки змістових модулів, що виносяться на перший модульний контроль								
1	Класифікація вимірю- вань, вимірювальних пристроїв.	2	-	-	6	-	8	0,27
2	Універсальні засоби вимірювання та конт- ролю.	2	2	-	8	№1	12	0,4
3	Засоби контролю точ- ності форми та розта- шування поверхонь	4	12	-	16	№2,3,4	32	1,06
4	Засоби автоматизації вимірювань та конт- ролю	2	-	-	8	-	10	0,33
	Всього	10	14	-	38		62	2,05
Термін I-го підсумкового контролю – 7-й тиждень IX семестру								
Блоки змістових модулів, що виносяться на другий модульний контроль								
5	Підготовка вихідних даних	2	-	-	6	-	8	0,27
6	Розрахунок контроль- ного пристосування на точність	4	-	-	16	-	20	0,68
	Всього	6	-	-	22		28	0,95
Термін II-го підсумкового контролю – 14-й тиждень IX семестру								
Загальна кількість		16	14	-	60		90	3

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, отримує позитивну оцінку.

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається частковий перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1 Базова література

1. Проектирование и расчет станочных и контрольно измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. /И.Н.Аверьянов, А.Н.Болотеин, М.А.Прокофьев; – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220с.

2. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /С.А.Зайцев, Д.Д.Грибанов, А.Н.Толстов, Р.В.Меркулов. — М.: Издательский центр «Академия»; ПрофОбрИздат, 2016. — 464 с.

3. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Шукин, А. С. Ямников. / Под общ. ред. Ю. С. Степанова. - М.: Машиностроение, 1998. - 184 с.

4. Гапшис А.А. Координатно-измерительные машины и их применение . /А.А.Гапшис. А.Ю.Кашпарайтис, М.Б.Модестов. – М.: Машиностроение, 1988. – 328с.

5. Шубников К.В. Унифицированные переналаживаемые средства измерений. /К.В.Шубников, С.Е.Баранов, Л.И.Шнитма. – М.: Машиностроение, 1978. – 200с.

4.2 Допоміжна література

6. Приборы для измерения геометрических размеров с механическим и оптико-механическим преобразованием: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Взаимозаменяемость и технические измерения», «Взаимозаменяемость, допуски и посадки» / Сост.: Б.А. Калачевский, М.С.Корытов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 32 с

7. Контрольно измерительные приборы и автоматика. /А.Н.Камразе, М.Я.Фитерман. – Л.: Химия, 1988. – 224с.

8. Волосов С.С. Приборы для автоматического контроля в машиностроении. /С.С.Волосов, Е.И.Педь. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 336с.

9. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. /А.И.Якушев, Л.И.Воронцов, Н.М.Федотов. – М.: Машиностроение, 1986. – 494с.

4.3 Інформаційні ресурси

10. <http://elib.psu.by:8080/handle/123456789/14091>

11.

moodle.nirhtu.ru/mod/glossary/showentry.php?courseid=171&eid=4859.

12.

library.univer.kharkov.ua/OpacUnicode/index.php?url=/notices/index/IdNotice

13. amt.ua/ru/kontrolno_izmeritelnie_pribor

4.4 Навчально-методична література

14. Конспект лекцій з дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньою програмою «Технології машинобудування» усіх форм навчання. /Укл. С.І Дядя. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 48с.

15. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Контрольно вимірювальні прилади” для студентів спеціальності 131 „Прикладна механіка” за освітньою програмою „Технології машинобудування”/Укл. А.В. Патюпкін, О.С. Смирнов, К.В. Зинкевич.– Запоріжжя: ЗНТУ, 2018.- 72с.