



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра приладів та контрольно-вимірювальних систем

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для самостійної роботи студентів та
модульного контролю знань**

з дисципліни

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ

для студентів галузі знань

15 – Автоматизація та приладобудування

*Розглянуто на засіданні
кафедри приладів та контрольньо-
вимірювальних систем*

*протокол №___ від _____ 2016
р.*

*Затверджено на засіданні методичної
комісії факультету прикладних
інформаційних технологій та
електроінженерії*

*протокол №___ від _____ 2016
р.*

ТЕРНОПІЛЬ 2016

Методичні вказівки щодо самостійної роботи студентів та модульного контролю знань з дисципліни “Основи метрології” для студентів галузі знань – Автоматизація та приладобудування. / Уклад.: Ю.О.Апостол; – Тернопіль: ТНТУ 2012 – 15 с.

Призначені для полегшення засвоєння дисципліни “Основи метрології” і контролю знань студентів. Складається з урахуванням модульної системи навчання, рекомендацій до самостійної роботи і індивідуальних завдань, тем практичних та лабораторних занять, тестів, екзаменаційних питань, типової форми та вимог для комплексної перевірки знань з дисципліни.

ВСТУП

Викладання дисципліни має на меті ознайомити студентів із загальними питаннями стандартизації та метрології; загально-технічними нормами, правилами та вимогами до проведення технічних вимірювань та іншими питаннями забезпечення високої якості продукції шляхом об'єктивної кількісної оцінки параметрів технологічного процесу виготовлення окремих деталей, складання вузлів та виробу в цілому; основними методами вимірювання й контролю, контрольнo-вимірювальними приладами й інструментами, нормативно-технічною документацією тощо; обробкою та прогнозуванням результатів технічних вимірювань.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- основні терміни та визначення в галузі метрології;
- принципи та методи забезпечення єдності вимірювань;
- методи та види технічних вимірювань;
- методи й принципи вимірювання та контролю параметрів й експлуатаційних характеристик виробів;
- основні метрологічні характеристики засобів вимірювань, групи та способи нормування метрологічних характеристик;
- похибки засобів вимірювання, особливості розрахунку похибок;
- класи точності засобів вимірювання й способи нормування похибок засобів вимірювання;
- *ознайомитися* із основними способами розрахунків надійності вимірювальної техніки;
- *ознайомитися* із організацією метрологічної служби підприємства;
- *ознайомитися* із основними елементами теорії планування експерименту;
- *ознайомитися* із системою забезпечення єдності вимірювань й державною системою стандартизації в Україні;
- *ознайомитися* із основними методами та науково-технічними принципами стандартизації;

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **уміти**:

- вибирати засоби вимірювання і контролю деталей при їх виготовленні й складанні й правильно користуватися вимірювальними приладами;
- працювати з відповідною нормативно-технічною документацією;
- грамотно виконувати технічну документацію пов'язану з оформленням результатів вимірювань;
- грамотно й творчо використовувати нормативно-технічну документацію в процесі проектування, виготовлення, експлуатації технічних об'єктів;
- проводити статистичне опрацювання результатів технічних вимірів (прямих, опосередкованих, сумісних, сукупних).

Отримані знання з дисципліни «**Основи метрології**» повинні забезпечити створення методологічної основи для подальшої безперервної підготовки студентів з питань метрології, стандартизації та підвищення знань в практичній інженерній та науковій роботі.

1 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні дисципліни «Основи метрології» студент повинен ознайомитися з програмою навчальної дисципліни, її структурою, формами й методами навчання, видами й методами контролю знань.

Тематичний план дисципліни складається з чотирьох модулів, які, в свою чергу, складаються із змістових модулів, кожен з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок дисципліни, що логічно пов'язує кілька укрупнених навчальних елементів дисципліни.

Навчальний процес здійснюється в таких формах: лекційні, практичні, лабораторні заняття і самостійна робота студента. Тематичний план дисципліни наведено в табл. 1.1; 1.2.

Таблиця 1.1 - ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	Денна форма		Заочна форма	
	усьог	у тому числі	усьог	у тому числі
	о		о	

		л	п	ла	ін	с.р		л	п	ла	ін	с.р.
1	2	3	4	б	д	.	8	9	1	б	д	13
									0			
Модуль 1 Похибки вимірювань. Класи точності В3												
Змістовий модуль 1 Загальна класифікація похибок вимірювань												
Тема 1 « Вступ. Мета і завдання дисципліни».	6.5	0.5	-	-	-	6	7	-	-	-	-	7
Тема 2 « Метрологія як наука про вимірювання».	6.5	0.5	-	-	-	6	7.5	0.5	-	-	-	7
Тема 3 « Метрологічне забезпечення єдності вимірювань. Еталони».	7.5	0.5	-	1	-	6	8.5	0.5	-	1	-	7
Тема 4 «Принципи та методи вимірювань. Засоби вимірювальної техніки».	8.5	0.5	-	2	-	6	7	-	-	-	-	7
Разом за змістовим модулем 1	29	2	-	3	-	24	30	1	-	1	-	28
Змістовий модуль 2 Класи точності В3. Нормування похибок.												
Тема 5 « Елементи теорії похибок. Похибки засобів вимірювання».	9	2	-	1	-	6	8	-	-	1	-	7
Тема 6 «Загальна класифікація похибок вимірювальних засобів».	10	2	-	2	-	6	9	1	-	1	-	7
Тема 7 « Систематичні похибки вимірювань».	10	2	-	2	-	6	10	1	-	1	-	8
Разом за змістовним модулем 2	29	6	-	5	-	18	27	2	-	3	-	22
Усього годин М1	58	8	-	8	-	42	57	3	-	4	-	50
Модуль 2 Статистична обробка результатів технічних вимірювань												
Змістовий модуль 1 Випадкові похибки												
Тема 8 «Випадкові похибки».	10	2	-	2	-	6	12	1	-	1	-	10

Тема 9 « Статистичне опрацювання результатів вимірювань».	10	2	-	2	-	6	18	1	-	2	-	17
Разом за змістовим модулем 1	20	4	-	4	-	12	32	2	-	3	-	27
Змістовий модуль 2 Планування експерименту. Основи надійності ВЗ.												
Тема 10 «Елементи теорії планування експерименту».	10	2	-	2	-	6	6	1	-	-	-	5
Тема 11 «Основи теорії надійності вимірювальної техніки».	10	2	-	2	-	6	6	1	-	-	-	5
Тема №12 « Використання методу найменших квадратів для оцінки точності технологічного процесу».	10	2	-	2	-	6	7	1	-	1	-	5
Разом за змістовим модулем 2	30	6	-	6	-	18	51	3	-	1	-	15
Усього годин М2	50	10	-	10	-	30	49	5	-	4	-	40
Усього годин з дисц. за IV семестр	108	18	-	18	-	72	108	8	-	8	-	92

2. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Основи метрології» є самостійна робота студентів з вітчизняною і зарубіжною літературою з питань забезпечення точності вимірювань за напрямом підготовки «Автоматизація та приладобудування».

Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних, лабораторних і практичних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу студенти:

- вивчення лекційного матеріалу;

- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до практичних занять;
- підготовка до лабораторних занять;
- підготовка до дискусій та інших пропонованих викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка студентом власних знань за запитаннями для самодіагностики;
- підготуватися до дискусії в аудиторії щодо розуміння вивченого матеріалу;
- підготовка до поточного та підсумкового контролю.

Опрацювання лекційного матеріалу. У системі різних форм навчально-виховної роботи особливе місце належить лекції, де викладач надає студенту основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

Зв'язок лекції і самостійної роботи студента розглядається в таких напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;
- самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання і записування лекції. Правильно складений конспект лекції – найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи студентів. Студент повинен чітко усвідомити, що конспект – це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання і вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до практичних занять, заліку, у визначенні напряму і обсягу подальшої роботи з літературними джерелами.

Під час підготовки до лекції студент повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюють тільки основні теоретичні

положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виносяться на самостійне опрацювання.

Підготовка до практичних занять. Підготовка до практичних занять розпочинається з опрацювання лекційного та методичного матеріалу до заданого заняття. Студент повинен самостійно ознайомитися з відповідним розділом робочої програми, підготувати відповіді на контрольні запитання, які подані в програмі у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Практичні заняття збагачують і закріплюють теоретичні знання студентів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної дисципліни.

У процесі підготовки до практичних занять самостійна робота студентів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе. Це свідчить про необхідність керування самостійною роботою студентів з боку викладача завдяки проведенню цілеспрямованих організаційних і контрольних заходів.

Відповідно до навчального плану з кожної теми курсу проводяться практичні заняття. Щороку викладачі уточнюють тематичний план проведення семінарських і практичних занять і ознайомлюють з ним студентів на першому занятті.

Викладач у вступній лекції рекомендує студентам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації до самостійної роботи та до організації практичних занять з дисципліни. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

У разі, коли студент не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри приладів та контрольних-вимірювальних систем). Добре організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною і підвищити її ефективність.

Підготовка до лабораторних занять. Підготовка до лабораторних занять розпочинається з опрацювання лекційного матеріалу та теоретичних відомостей методичних вказівок до заданої

роботи. Студент повинен самостійно ознайомитися з теоретичними відомостями, послідовністю виконання роботи та підготувати відповіді на контрольні запитання у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Виконання лабораторних робіт збагачують і закріплюють теоретичні знання студентів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи.

У процесі підготовки до лабораторних робіт самостійна робота студентів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе.

В таблиці 2.1 представлено перелік тем для самопідготовки до лабораторних робіт.

Таблиця 2.1 – Перелік тем для підготовки до лабораторних робіт .

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження метрологічних характеристик вимірювальних засобів. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. Література [1 с.23-35, 49-68, 2 с.14-15, 15-21, 3 с.13-37, 11 с.5-34]	2\1
2.	Класи точності вимірювальних засобів. Практичний розрахунок та нормування похибок. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. Література [1 с.89-112, 114-128, 2 с.21-34, 3 с.39-49, 73-86, 11 с.7-11, 106-109]	2\1
3.	Систематичні похибки. Способи виключення систематичних похибок з результатів технічних вимірювань. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи. Література [1 с.131-216, 2 с.69-88, 3 с.52-65, 11 с.112-159]	2\1
4.	Випадкові похибки. Методичні рекомендації для виконання лабораторної	2\1

	роботи. Література [1 с.131-216, 2 с.69-88, 3 с.52-65, 11 с.112-159]	
5.	Статистичне опрацювання результатів технічних вимірювань. Дослідження точності технологічного процесу. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи. Література [1 с.307-390, 2 с.97-120, 3 с.68-73, 11 с.74-100]	4\1
6.	Планування експерименту. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи. Література [16, 17, 18]	2\1
7.	Методика розрахунку показників надійності вимірювальних приладів та апаратури. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи. Література [16, 17, 18]	2\1
8.	Використання методу найменших квадратів для дослідження точності технологічного процесу. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи. Література [16, 17, 18]	2\1
9.	РАЗОМ	18 \ 8

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Метрологія – наука про вимірювання Історичні етапи розвитку метрології. Одиниці фізичних величин. Системи одиниць. Міжнародна система одиниць фізичних величин SI. Основні та похідні одиниці SI, їх назви й позначення. Поняття про розмірність фізичної величини.	10\14

	Література [1 с.23-35, 49-68, 2 с.14-15, 15-21, 3 с.13-37, 11 с.5-34]	
2.	<p>Принципи та методи вимірювань. Засоби вимірювальної техніки</p> <p>Елементи вимірювального процесу. Аналогові та цифрові прилади. Вимірювальні канали, системи, установки. Вимірювальні пристрої. Класифікація засобів вимірювальної техніки залежно від метрологічних функцій. Універсальні вимірювальні засоби, призначення, принцип дії, будова.</p> <p>Література [1 с.89-112, 114-128, 2 с.21-34, 3 с.39-49, 73-86, 11 с.7-11, 106-109]</p>	12\14
3.	<p>Елементи теорії похибок. Похибки засобів вимірювання</p> <p>Якісні характеристики процесу вимірювання. Причини виникнення похибок вимірів фізичних величин. Правильність, відтворюваність, збіжність, невизначеність результатів вимірювань. Методи оцінювання характеристик похибок та невизначеності результатів вимірювань. Форми представлення результатів вимірювань. Правила заокруглення похибок та результатів вимірювань.</p> <p>Література [1 с.89-112, 131-216, 2 с.24-34, 3 с.52-65, 73-86, 11 с.112-159, с.106-109]</p>	12\16
4.	<p>Систематичні та випадкові похибки вимірювань</p> <p>Джерела виникнення й особливості дії систематичних похибок. Аналітичний розрахунок поправок. Числові характеристики випадкових похибок. Види законів розподілу випадкових похибок.</p> <p>Література [1 с.131-216, 2 с.69-88, 3 с.52-65, 11 с.112-159]</p>	12\16
5.	<p>Статистичне опрацювання результатів вимірів</p> <p>Прямі разові вимірювання. Сумарна похибка прямого</p>	14\16

6.	<p>разового вимірювання. Особливості опрацювання результатів прямих разових вимірювань. Опрацювання результатів вимірювань з багаторазовими рівноточними спостереженнями. Критерій χ^2.</p> <p>Література [1 с.307-390, 2 с.97-120, 3 с.68-73, 11 с.74-100]</p> <p>Елементи теорії планування експерименту</p> <p>Проведення експерименту. Опрацювання результатів експерименту. Оцінювання адекватності моделі.</p> <p>Література [16, 17, 18]</p>	12\16
7.	Р А З О М	72 \ 92

**4 СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ
ЗНАНЬ
СТУДЕНТІВ**

Оцінювання знань, вмінь і навичок студентів включає ті види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни «Основи метрології» передбачають лекційні, лабораторні й практичні заняття, самостійну роботу.

Перевірку і оцінювання знань студентів проводять в наступних формах:

- оцінювання роботи і знань студентів під час практичних занять;
- оцінювання виконання і захист лабораторних та практичних робіт;
- складання проміжного контролю знань за змістовими модулями;
- складання екзамену.

Для кожного змістовного модуля передбачено певну форму поточного контролю. Результати поточного контролю автоматично, без участі студента, зараховуються при модульному контролі. Студент може покращити результати поточного контролю при модульному контролі через тестування.

Максимальна оцінка при I модульному контролі — 36 балів;

Максимальна оцінка при II модульному контролі — 39 балів.

Підсумковий контроль - екзамен.

Максимальна оцінка за екзамен – 25 балів.

Максимальна оцінка навчальної дисципліни — 100 балів.

4.1 Нормативи обліку самостійної роботи студентів в системі КМСОНП-ECTS

№ № з/п	Види навчальної діяльності	Навантаження, год
1	2	3
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	До 0,5 год. / 1 год. аудиторних занять
2.	Підготовка до практичних занять	
3.	Підготовка до лабораторних робіт	

4.	Підготовка до семінарів	До 1,0 год. / 1 год. семінар.
5.	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	До 3,0 год. / 1 год. лекції, яка не передбачається
6.	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	До 12 год. / 1 інд. завдання
7.	Виконання курсових проектів (робіт)	До 36 год. / 1 проект (роботу)
8.	Підготовка та складання заліків, екзаменів, контрольних робіт, рефератів, есе, тестування	До 9 год. на 1 кредит ECTS

5 ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ

„Основи метрології”

1. Послідовність розрахунку об'єму великої вибірки (число вимірювань більше 20).
2. Послідовність розрахунку об'єму малої вибірки (число вимірювань менше 20).
3. Особливості використання та основні відмінності критеріїв Гребса і Романовського.
4. Методика побудови гістограми розподілу результатів спостережень.
5. Розрахунок емпіричної та теоретичної частоти попадання розмірів в заданий інтервал групування.
6. Критерій згоди Колмогорова та область його застосування.
7. Встановлення проценту браку за заданими параметрами нормального закону розподілу і вказаними граничними розмірами об'єкту.
8. Метод найменших квадратів. Встановлення вихідної системи рівнянь для цільової функції у вигляді прямої, параболи або гіперболи.
9. Планування експерименту. Основні поняття і визначення.
10. Планування експерименту. Представлення вхідних факторів в натуральній і кодованій формах. Взаємозв'язок між формами представлення значень факторів. Матриця планування повного факторного експерименту.
11. Особливості проведення і обробки результатів повного факторного експерименту.
12. Особливості проведення і обробки результатів дробного факторного експерименту.
13. Методи виключення систематичних похибок до початку проведення вимірювань.
14. Виключення систематичних похибок в процесі проведення вимірювань. Спосіб протиставлення. Спосіб симетричних спостережень.

15. Виключення систематичних похибок в процесі проведення вимірювань. Спосіб заміщення. Спосіб компенсації похибки за знаком.
16. Загальна класифікація похибок вимірювання.
17. Класифікація похибок вимірювання за способом числового вираження.
18. Класифікація похибок вимірювання за характером залежності від вимірювальної величини.
19. Зведена похибка вимірювання. Нормуюче значення шкали приладу.
20. Систематичні похибки вимірювання. Загальна класифікація.
21. Випадкові похибки.
22. Адитивна, мультиплікативна, сумарна похибка засобу вимірювання. Способи нормування похибок.
23. Прогресуючі похибки вимірювання. Способи їх виключення.
24. Правила заокруглення похибок та форми представлення результатів вимірювання.
25. Розрахунок похибок вимірювання за паспортними даними засобів вимірювання.
26. Класи точності засобів вимірювання. Умовні позначення на приладах.
27. Числові характеристики випадкових похибок.
28. Нормальний закон розподілу похибок вимірювання, його параметри та область застосування.
29. Довірча імовірність. Поняття довірчого інтервалу.
30. Обробка результатів посередніх вимірювань.

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

з навчальної дисципліни

„Основи метрології”

Базова

1. Дорожовець М. та інш. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2т. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
2. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація: Навчальний підручник. – Львів: Афіша, 2006. – 324 с.
3. Цюцюра В.Д., Цюцюра С.В. Метрологія та основи вимірювань: Навчальний посібник. – К.: Знання, 2003. – 180 с.
4. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 672с.
5. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.
6. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 264 с.
7. Головка Д.Б., Реґо К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 408 с.
8. Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. - 2-е., випр. і доп. – Львів: Львівська політехніка, 2004. – 560 с.
9. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 256 с.
10. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – СПб.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
11. Рудзит Я.А., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении.– М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
12. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 256 с.
13. Реґо К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений. – К.: Техніка, 2000.
14. Коротков В.П., Тайц Б.А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств. –М.: Изд-во стандартов, 1998. – 352с.
15. Обозовский С.С. Інформаційно-вимірювальна техніка: Методологічні питання теорії вимірювань. – К.: ІСДО, 1993. 424 с.
16. Васильев А.С. Основы метрологии и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1998.–240 с.

17. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1991. – 208с.
18. Шенк Х.Н. Теория инженерного эксперимента. -Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 381с.
19. Адлер Ю.П., Маркова, Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1996. – 279с.
20. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань.-К.: Кондор, 2004.-796с.
21. Пособие к решению задач по курсу "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения" / Зябрева Н.Н. и др.- М.: Высшая школа, 1977. -204 с.
22. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В.Д.Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983.
23. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1979.-343 с.
24. Справочник по производственному контролю в машиностроении / Под ред. А.К.Кутая. - Л.: Машиностроение, 1974. - 676 с.
25. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т.- М.: Машиностроение, 1982.
26. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения /А.Н.Виноградов, Ю.А.Воробьев, Л.Н.Воронцов и др. Под ред. А.И. Якушева. – М.: Машиностроение, 1980. -527 с.

Допоміжна

1. ДСТУ 2681–94 Метрологія. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 68с.
2. ДСТУ 2682–94 Метрологія. Метрологічне забезпечення. Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 68с.
3. ДСТУ 2708–99 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. – К.: Держстандарт України, 1999. – 38с.

4. ДСТУ 3651.0–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення. – К.: Держстандарт України, 1999. – 38с.
5. ДСТУ 3400–2000 Метрологія. ДержаннОдиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення. – К.: Держстандарт України, 1999. – 38с.
6. ГОСТ 8.009–84 ГСИ Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
7. ГОСТ 8.010–90 ГСИ Методики выполнения измерений.
8. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. – К.: № 111/98 – ВР, 11.02.1998р.
9. Проненко В.И., Якирин Р.В. Метрология в промышленности. – К.: Техника, 1999.
10. Тарбеев Ю.В. Эталоны единиц основных физических величин. – Л.: СЗПИ, 1990.
11. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. – Л.: СЗПИ, 1990.
12. Шишкин И.Ф. Прикладная метрология. – Л.: СЗПИ, 1990.
13. Бурдун Г.Д. Линейные и угловые измерения. – М.: Машиностроение, 1990.
14. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
15. Измерения в промышленности. Справ. изд. в 3–х кн. Кн. 1. Теоретические основы: Пер. с нем. / Под ред. Профоса П. – М.: Металлургия, 1999. – 492 с.
16. Измерения в промышленности. Справ, изд. в 3–х кн. Кн. 3. Теоретические основы Пер. с нем. / Под ред. Профоса П. – М.: Металлургия, 1999. – 344 с.
17. Новицький П.В., Зограф Й.А., Лабунцев В.С. Динамика погрешностей средств измерений. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отд–ние, 1998. – 192 с.
18. Хикс Ч.Г. Основные принципы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1992. – 406с.

