

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению контрольной работы
по дисциплине: «Метрология»**

**для студентов заочной формы обучения
по направлению 6.051003 – Приборостроение**

Севастополь
2011



УДК 681.12.(083)

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ» /Разраб. Л.В. Недобой, А.П. Васютенко, Д.В. Заморонова. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2011.- 12с

Целью методических указаний является привитие студентам навыков самостоятельного изучения физических величин, эталонов для их воспроизведения, методов измерения, классов точности средств измерения и оценки результатов измерений.

Методические указания предназначены для студентов заочной форм обучения по направлению 6.051003 – «Приборостроение»

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Автоматизированные приборные системы» 11 сентября 2010г., протокол № 2.

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Л.А.Глеч, канд. техн. наук, доц. кафедры «Автоматизированные приборные системы»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Теоретический раздел.....	5
1.1. Основные определения.....	5
1.2. Классификация измерений.....	5
1.3. Погрешности измерения.....	5
1.4. Нормированные погрешности средств измерения.....	6
1.4.1. Нормирование погрешности однозначных мер.....	6
1.4.2. Нормирование погрешности многозначных мер.....	6
1.4.3. Нормирование погрешности первичных преобразователей и измерительных приборов.....	7
1.5. Классы точности средств измерения.....	7
2. Контрольные задания.....	8
3. Правила оформления отчетов.....	11
Библиографический список.....	11

ВВЕДЕНИЕ

Для решения задачи повышения эффективности производства и качества продукции необходима достоверная точная и объективная информация, без которой невозможны оптимизация производственных процессов и оценка качества продукции на всех стадиях ее изготовления. Основным источником такой информации являются измерения, поэтому важна роль метрологии, как науки об измерениях, а также важна роль метрологического обеспечения производства и научных исследований. Важнейшими видами деятельности метрологических служб являются анализ метрологического обеспечения, метрологическая экспертиза документации, аттестация средств измерений и испытаний. Знание основ метрологии и метрологического обеспечения производства стало необходимостью не только для работников метрологической службы, но и для специалистов других направлений.

Курс «Основы метрологии» базируется на соответствующих разделах математики и физики. В результате изучения курса студент должен получить теоретические знания по основным вопросам метрологии и практические навыки их использования. Студент должен отчетливо представлять себе виды, методы и средства измерений, классификацию, источники и способы описания погрешностей, уметь методически правильно планировать, организовывать и проводить измерения, обрабатывать их результаты. Необходимо знать основы обеспечения единства измерений, ориентироваться в поверочных схемах, должен быть знаком с эталонами основных физических величин и методами передачи размера от эталона рабочим средствам измерений.

Настоящие методические указания предназначены для выполнения контрольных работ студентами заочной формы обучения, по направлению 6.051003 – «Приборостроение» по дисциплине «Метрология».

Методические указания охватывают основные разделы курса и имеют целью развить у студентов навыки самостоятельного метрологического анализа, усовершенствования средств измерения, углубление знаний по пройденному курсу.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Основные определения.

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства измерений и способах достижения заданной точности.

Единство измерений – такое соответствие измерений, при котором результаты измерений выражены в узаконенных единицах и известна доверительная вероятность погрешности.

Точность характеризует соответствие между истинным и найденным значением физической величины.

Принцип измерения – физическое явление, положенные в основу измерений, на пример пневматический – зависимость давления воздуха от размера детали.

Метод измерения – совокупность применения принципов и средств измерения:

- *метод непосредственной оценки*, при котором значение физической величины определяется прямыми абсолютными измерениями, а результат наблюдается по шкале измерительного устройства;
- *метод сравнения с мерой*, при котором определяется разность измеряемой величины и меры.

Погрешность измерения – разность между истинным и измеренным значением физической величины.

1.2 Классификация измерений.

По способу представления результата измерения:

- абсолютные;
- относительные.

По способу получения результата измерения:

- прямые измерения;
- косвенные измерения.

В зависимости измеряемой величины времени:

- статические измерения;
- динамические измерения.

По точности:

- эталонные;
- контрольно-поверочные;
- рабочие измерения.

1.3 Погрешности измерения.

С точки зрения характера проявления погрешности делится на систематические и случайные.

Случайные погрешности – погрешности, значение, и знак, которых непредсказуемы и меняются от опыта к опыту. К случайным погрешностям относятся и грубые промахи (грубые ошибки измерений). Они вызваны повреждением средств измерения, резким ухудшением условий измерения.

Причиной появления случайной погрешности является несовершенство измерительного средства, не точности изготовления его отдельных деталей. Они зависят также от внешних факторов на пример, изменения температуры детали.

Систематические погрешности делятся на постоянные, функциональные и периодические.

Постоянные погрешности – погрешности, величина и знак которых не изменяется. Примером постоянной погрешности может служить погрешность настройки средства измерения.

Функциональные погрешности – погрешности, изменяющиеся по известному закону на пример: погрешность, вызываемая износом измерительного наконечника прибора, смещением уровня настройки.

Периодические погрешности – погрешности изменяющиеся по периодическому закону (погрешности отсчета по круговым шкалам вследствие эксцентриситета установки шкалы относительно оси вращения).

1.4 Нормирование погрешности средств измерения.

Точность средств измерения нормируется в нормальных условиях: температура $t=20\pm 20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 30-60%, напряжение питания $220\pm 10\%$.

Погрешность средств измерения, определенная для нормальных условий называется основной. Нормируется основная погрешность путем задания пределов. Эти пределы выражаются:

- в абсолютных величинах;
- в виде относительной погрешности;
- в виде приведенной погрешности.

1.4.1 Нормирование погрешности однозначных мер.

Погрешность однозначных мер нормируется путем задания:

- предела основной абсолютной погрешности в единицах измеряемой физической величины

$$\Delta = \pm a;$$

- предела относительной погрешности:

$$\delta = 100 \Delta / X_n (\%),$$

где X_n – номинальное значение меры.

1.4.2 Нормирование погрешности многозначных мер.

Нормируется путем задания пределов основной приведенной погрешности:

$$\gamma = 100 \Delta / D (\%),$$

где D – диапазон измерения.

1.4.3 Нормирование погрешности первичных преобразователей и измерительных приборов.

Если погрешность средства измерения, постоянна во всём диапазоне измерений, то нормируются пределы допускаемой основной абсолютной $\Delta = \pm a$ или приведённой погрешности $\pm \gamma = 100 \Delta / D$.

Если погрешность средств измерения зависит от значения измеряемой физической величины, то нормируется абсолютная или относительная погрешности. Пределы вычисляются:

$$\Delta = \pm (a + bx);$$

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\frac{X_n}{X} - 1 \right) \right]$$

Если погрешности на участках шкалы различные, то нормируется погрешность в виде пределов основной абсолютной или приведённой на этих участках (Δ или γ).

1.5 Классы точности средств измерения

Если для средств измерения нормируются пределы основной абсолютной погрешности, выраженной в единицах физической величины, то средству измерения устанавливается класс точности из ряда значений Кл. т. 0,1,2...

Если нормируются предел основной относительной погрешности, то класс точности выбирают из ряда: $[1, 1.5, 2, 2.5 \dots] 10^n$, где $n=0, -1, -2, 1, 2$, например кл. т. ①, что соответствует величине относительной погрешности $\delta = 1\%$

Если нормируется предел основной приведенной погрешности, то класс точности выбирают из ряда: $[1, 1.5, 2, 2.5 \dots] 10^n$, например Кл. т. 0,5, что соответствует величине приведенной погрешности $\gamma = 0,5\%$

Если погрешность задана формулой $\Delta = \pm (a + bx)$, то класс точности задаётся дробью 0,01/0,005.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1

Дать описание эталона основной единицы физической величины, согласно таблицы 1.

Таблица 1 – Наименование эталона

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наименование эталона	Метра		Секунды		Силы эл. тока		Термодинамической температуры		Силы света	

Задание 2

Выполнить перевод применяемых в машиностроении и приборостроении механических величин в единицы системы СИ.

Таблица 2.1 – Номер задания

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ задания	1,3,5	1,3,6	4,5,6	5,6,8	1,7,8	7,4,2	1,2,8	5,6,9	2,5,4	8,9,10

Таблица 2.2 – Физические величины и размерности

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наименование величины	Угловая скорость	Момент силы	Давление	Объёмный расход	Измерительное усилие	Модуль упругости	Коэффициент жесткости	Давление	Объёмный расход	Угловая скорость
Размерность	об/мин	кгс см	ат	л/мин	гс	кгс/мм ²	кгс/мм	ат	л/мин	об/мин
Величина	1300	100	5	10	400	2x105	1700	2	20	2500

Задание 3

Дать пример использования метода измерения линейного размера детали и описать порядок настройки измерительного средства и проведения измерения

Таблица 3 – Метод измерения

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Метод измерения	Метод сравнения с мерой			Метод непосредственной оценки			Дифференциальный метод			

Задание 4

Определить уравнение основной погрешности средства измерения, если класс точности обозначается как указано в таблице 4.

Таблица 4 – Класс точности средства измерения

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Класс точности	2,0	0,2	1,5	0,02/0,01	0,5	0,5	0,5/10,21	2,5	0,5	0,05/0,03

Задание 5

По результатам пяти наблюдений была найдена длина стержня. Итог измерений составляет L , причем существуют достаточно обоснованное по предложению о том, что распределение результатов наблюдений было нормальным. Требуется оценить вероятность того, что истинное значение длины стержня отличается от среднего арифметического из пяти наблюдений не более чем на δ_p .

Таблица 5 – Значение параметров L , S_x , δ_p

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L , мм	$10,367 \pm S_x$				$17,12 \pm S_x$			$64,97 \pm S_x$		
S_x , мм	0,0005	0,01	0,001	0,003	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,07
δ_p , мм	0,01	0,015	0,005	0,01	0,05	0,1	0,05	0,06	0,05	0,1

Задание 6

По условиям своего варианта задания 5 найти доверительную границу погрешности результата измерений для доверительной вероятности P .

Таблица 6 – Значение доверительной вероятности

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P, \%$	95	70	80	90	98	80	99	70	80	95

Задание 7

Номер варианта по заданию 7 выбирается студентом самостоятельно в зависимости от вида трудовой деятельности.

Разработка и обоснование метрологических характеристик средств измерений.

Оптимизация требований по точности средств измерений.

Оптимизация требований по точности входных параметров средств измерений (характеристик применяемых элементов, источников питания, воздействия внешних факторов) по допустимой погрешности выходных параметров.

Оценка погрешности средств измерений.

Разработка номенклатурного ряда значений основных метрологических характеристик разрабатываемого комплекса средств измерений.

Обоснование применяемых методов измерения для разрабатываемых средств измерений.

Разработка требований по метрологическому обеспечению производства нового изделия.

Разработка требований к метрологическим характеристикам средств измерений на основе точностных характеристик планируемой к производству продукции.

Разработка программ и методов экспериментальной оценки погрешности средств измерений.

Расчёт показателей надёжности вновь разрабатываемого изделия.

Организация метрологической службы на предприятии.

Организация поверок средств измерений.

Оценка оптимального количества средств измерений для обеспечения достоверного контроля качества изготовления продукции.

Определение оптимальной номенклатуры средств измерений для обеспечения производства продукции заданного качества и надёжности.

Разработка методик проверки показателей точности и надёжности для разрабатываемых новых изделий.

Программа и методика проведения испытаний изделий на надёжность.

Оценка надёжности технологических процессов.

Оценка надёжности изделий на основании оценки надёжности производственных процессов, результатов испытаний или эксплуатации.

3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТОВ

- 3.1. Контрольная работа по дисциплине “Метрология” выполняется студентами заочной формы обучения в 5-м семестре.
- 3.2. Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4, (210х297 мм.) имеет титульный лист и оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. Условие задачи должно быть переписано полностью.
- 3.3. На титульном листе указывается наименование института, деканата, кафедры, дисциплины, фамилия студента, № зачётной книжки. Номер варианта выбирается студентом по последней цифре номера зачётной книжки. Если последняя цифра 0, то следует выполнять 10 вариант.
- 3.4. По ходу решения необходимо давать подробные ссылки на источники принятых расчетных данных.
- 3.5. В конце контрольной работы приводят библиографический список.
- 3.6. Если контрольная работа не зачтена или зачтена при условии внесения исправлений, то все необходимые поправки делаются в конце работы в разделе “Работа над ошибками”. Нельзя вносить какие-либо исправления в текст, расчеты, эскизы и чертежи, просмотренные преподавателем.
- 3.7. При оценке знания учитываются объем и уровень технических и конструкторских решений, полнота анализа и обоснований.

Условие задачи должно быть переписано полностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурдун Г.Д. Основы метрологии /Г.Д. Бурдун, Б.Н. Марков – М.: Стандарты, 1995. – 126с.
2. Бурдун Г.А. Справочник по международной системе единиц / Г.А. Бурун. – М.: Стандарты, 1990. – 367с.
3. Браславский Д.А. Точность измерительных устройств /Д.А. Браславский, В.В. Петров – М : Машиностроение, 1986. – 224с.
4. Кемпинский М.М. Точность и надёжность измерительных устройств / М.М. Кемпинский. – Л : Машиностроение, 1982. – 487с.
5. Коротков В.П. Основы метрологии и теории точности / В.П. Коротков, Б.А. Тайц – М.: Стандарты, 1978. – 678с.

Заказ № _____ от « _____ » _____ 201 ____ г. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ