

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

А.И. Солдатов

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСАХ**

Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы

Томск
2022

УДК 372.862
ББК 30
С 60

Рецензент:
Лариошина И. А., доцент каф. управления инновациями ТУСУР,
канд. техн. наук

Солдатов, Алексей Иванович

С 60 Программирование микропроцессорных систем: метод. указания по организации самостоятельной работы студентов / А.И.Солдатов. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 6 с.

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» разработаны для студентов магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника.

Одобрено на заседании кафедры УИ, протокол № 7 от 31.01.2022.

УДК 372.862
ББК 30

© Солдатов А.И., 2022
Томск.гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2022

Оглавление

Введение	4
Общие требования	4
Виды самостоятельной работы студентов.....	4
Проработка лекционного материала	5
Содержание разделов и тем лекционного курса	5
Подготовка к практическим занятиям	5
Подготовка к лабораторным занятиям	6
Тестовые вопросы.....	6
Контрольные вопросы	8
Список литературы	9

Введение

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемым элементом изучения дисциплины Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах.

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение теоретического материала по актуальным вопросам дисциплины. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Самостоятельно изученные теоретические материалы обсуждаются на лекциях и входят в контрольные вопросы для получения зачета по дисциплине.

В процессе самостоятельной работы студенты:

- осваивают материал, предложенный им на лекциях с привлечением указанной преподавателем литературы,
- готовятся к практическим и лабораторным занятиям в соответствии темами практических и лабораторных занятий и методическими указаниями к проведению практических и лабораторных занятий,
- ведут подготовку к промежуточной аттестации и зачету по данному курсу. Целями самостоятельной работы студентов являются:
 - формирование навыков самостоятельной образовательной деятельности,
 - выявления и устранения студентами пробелов в знаниях, необходимых для изучения данного курса,
 - осознания роли и места изучаемой дисциплины в образовательной программе, по которой обучаются студенты.

Общие требования

Самостоятельная работа студентов должна быть обеспечена необходимыми учебными и методическими материалами:

- основной и дополнительной литературой,
- демонстрационными материалами, представленными во время лекционных занятий,
- методическими указаниями по проведению лабораторных и практических занятий,
- перечнем вопросов, выносимых на экзамен.

Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении данной дисциплины предполагает следующие виды работ, их трудоемкость в часах и формы контроля, представленные в Таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование работы	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	Конспект самоподготовки, опрос, тест
2.	Подготовка к практическим занятиям и выполнение домашних заданий	Домашние задания
3	Подготовка к лабораторным занятиям и написание отчета	Отчет
3.	Самостоятельное изучение заданных тем	Реферат
Всего часов самостоятельной работы		

Проработка лекционного материала

Лекционный материал наряду с рекомендуемой литературой является основой для освоения дисциплины. Составной частью самостоятельной работы по лекционному курсу является непосредственная работа на лекциях – ведение конспектов. Самостоятельная проработка материала прочитанных лекций предполагает изучение конспектов лекций, а также материалов лекций по источникам, приведенным в списке основной и дополнительной учебной литературы.

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них.

Содержание разделов и тем лекционного курса

Раздел 1 Введение. Виды измерительных преобразователей

Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.

Раздел 2 Основы метрологии. Погрешности измерений.

Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин. Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей, систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений.

Раздел 3 Аппроксимация методом наименьших квадратов.

Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. Коэффициент линейной корреляции.

Раздел 4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин. Общие сведения о средствах измерений и классификация средств измерения.

Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравнивающего преобразования. Основные характеристики и погрешности средств измерения. Методы и средства измерения электрических физических величин: напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, анализ спектра сигналов, осциллографирование.

Раздел 5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы

работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям необходимо пользоваться методическими указаниями по выполнению практических занятий по данной дисциплине.

В ходе подготовки необходимо:

1. Выполнить домашнее задание.
2. Познакомиться с названием следующего практического занятия и изучить теоретический материал.
3. Прочитать рекомендованные разделы учебного пособия или повторить материалы соответствующей лекции.

Темы практических занятий

Практическое занятие №1 Технические характеристики. Конструктивно-технические особенности датчиков. Активные, пассивные и комбинированные датчики.

Практическое занятие №2 Погрешности и чувствительность датчиков.

Быстродействие. Градуировка датчиков

Практическое занятие №3 Параметры линейной зависимости, их практическое определение и вычисление их погрешностей из графика; .

Практическое занятие №4 Мостовые схемы. Измерение сопротивлений мостом Уитсона..

Практическое занятие №5 Принцип действия сейсмических датчиков скорости и ускорения.

Практическое занятие №6 Пьезоэлектрические и пьезорезистивные акселерометры

Подготовка к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо пользоваться методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по данной дисциплине.

В ходе подготовки необходимо:

1. Подготовить отчет по лабораторной работе.
2. Познакомиться с названием следующей лабораторной работы и изучить теоретический материал.
3. Прочитать рекомендованные разделы учебного пособия или повторить материалы соответствующей лекции.

Темы лабораторных занятий

Лабораторная работа №1 Программные пакеты построения графиков и анализа данных измерительных характеристик преобразователей

Лабораторная работа №2 Исследование нелинейной измерительной характеристики преобразователя на примере термопары.

Лабораторная работа №3 Статистический анализ результатов многократных косвенных измерений одной величины.

Лабораторная работа №4 Линейная аппроксимация измерительной характеристики преобразователя, определение коэффициента линейной корреляции

Лабораторная работа №5 Исследование измерительных характеристик датчика температуры

Лабораторная работа №6 Исследование измерительных характеристик датчика магнитного поля

Лабораторная работа №7 Исследование измерительной характеристики датчика перемещения

Тестовые вопросы

1. Для исследования аналитической (математической) связи двух различных физических величин применяются ... 1) совместные измерения; 2) однократные измерения; 3) многократные измерения; 4) единичные измерения]
2. Степень, до которой набор точек $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ подтверждает линейную

зависимость между x и y , измеряется... 1) коэффициентом надежности; 2) коэффициентом сингулярности ; 3) коэффициентом неопределенности; 4) коэффициентом линейной корреляции

3. Коэффициент, учитывающий ограниченность количества измерений при анализе много- кратных измерений одной величины называется... 1) коэффициент Стьюдента ; 2) коэффициент умножения; 3) коэффициент Вилкоксона; 4) коэффициент нелинейности

4. Для установления вида и аналитической формы нелинейной взаимосвязи двух различных физических величин, полученной в эксперименте, применяют ... 1) интегрирование экспериментальной зависимости; 2) линеаризацию экспериментальной зависимости; 3) дифференцирование экспериментальной зависимости; 4) декомпозицию экспериментальной зависимости

5. Наилучшей оценкой истинного значения X многократно измеренной величины является ..1) наибольшее значение из выборки; 2) величина дисперсии; 3) несмещенное отклонение; 4) выборочное среднее значение

6. Абсолютная погрешность указывает численно для истинного значения ... 1) доверительные границы ; 2) надежность измерения; 3) систематическую ошибку; 4) вероятность оценки

7. Измерения двух различных физических переменных, которые проводятся для исследования математической связи этих двух переменных, называются 1) несмещенными; 2) косвенными; 3) прямыми; 4) совместными

8. Адекватный статистический метод обработки результатов совместных измерений – это метод 1) секущих; 2) Рунге – Кутта; 3) Госсета; 4) наименьших квадратов]

9. Когда измеряемая величина определяется сразу непосредственно по показаниям измерительного прибора, измерения называются1) непрямыми; 2) косвенными; 3) традиционными; 4) прямыми

10. Если измеряемая величина вычисляется из результатов прямых измерений других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью, то это1) совместные измерения ; 2) несовместные измерения; 3) единичные измерения; 4) косвенные измерения

11. Достаточно точное определение искомой физической величины и оценка ее погрешности решается путем проведения1) единичных измерений искомой физической величины; 2) совместных измерений физической величины и ее погрешности; 3) многократных измерений погрешности физической величины; 4) многократных измерений искомой физической величины и статистической обработкой этих измерений

12. При большом числе измерений случайные погрешности одинаковой величины, но разно- го знака встречаются.....1) не часто; 2) крайне редко; 3) неравномерно; 4) одинаково часто

13. Большие по абсолютной величине погрешности встречаются..... 1) очень редко; 2) очень часто; 3) также, как и малые; 4) реже, чем малые

14. Если N – количество многократных измерений физической величины, то в пределе распределение дискретных измерений стремится к 1) бесконечности; 2) неизменному виду; 3) насыщению; 4) непрерывной кривой, которая называется предельным распределением.

15. Значение x , к которому мы приближаемся по мере осуществления все большего числа измерений, выполняемых все более тщательно, можно считать 1) предельным значением величины x ; 2) неопределенным значением величины x ; 3) оценочным значением величины x ; 4) истинным значением величины x]

16. Если результаты измерения величины x подвержены только случайным ошибкам, то их предельное распределение есть 1) функция Чебышева; 2) полином Лагранжа; 3) дельта – функция; 4) функция Гаусса

17. Что такое средство измерений 1) техническое средство , предназначенное для измерений ; 2) электронное техническое средство; 3) техническое средство для обработки измерительной информации ; 4) комплекс технических средств для обработки измерительной информации

18. Для конечного набора N измерений разумно считать наилучшей оценкой $X_{наил}$ истинного значения X 1) $(N-1)$ -ое значение; 2) наибольшее значение; 3) среднее значение ; 4) наименьшее значение

19. При малых количествах измерений N предельное нормальное распределение следует заменить на 1) распределение Боинга; 2) распределение Стьюдента ; 3) распределение Бернулли; 4) распределение Максвелла

20. Методом измерения называется 1) совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей; 2) совокупность приемов использования при измерении физического явления, на котором основано измерение; 3) Совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом; 4) Совокупность манипуляций при коммутации измерительных приборов

Контрольные вопросы

1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения физических величин. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
3. Суть понятий: измерение, испытание, контроль
4. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности.
5. Правила суммирования погрешностей.
6. Доверительный интервал погрешности.
7. Классификация средств измерений (СИ).
8. Метрологические характеристики СИ.
9. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ.
10. Обработка результатов прямых однократных измерений.
11. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
12. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
13. Правила представления результатов измерений.
14. Сигналы измерительной информации.
15. Классификация датчиков.
16. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.
17. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, применения.
18. Тензочувствительные датчики.
19. Термочувствительные датчики.
20. Индуктивные датчики
21. Емкостные датчики.
22. Ионизационные датчики.
23. Фотоэлектрические датчики.
24. Термоэлектрические датчики.
25. Индукционные датчики.
26. Пьезоэлектрические датчики.
27. Датчики Холла.
28. Химические датчики.
29. Оптоэлектронные датчики.
30. Интеллектуальные датчики.

31. Измерение перемещений и уровней.
32. Измерение давления.
33. Измерение вибраций.
34. Датчики температуры с частотным выходом
35. Датчики магнитного поля с частотным выходом
36. Датчики линейного перемещения с частотным выходом.
37. Датчики углового перемещения с частотным выходом.
38. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.
39. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

Список литературы

1. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. О. Перемитина ; рец.: П. В. Сенченко, И. Г. Яценко. - Электрон. текстовые дан. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 144 с. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/6715> (дата обращения 02.03.2022)

2. Туев, В. И. Приборы и датчики экологического контроля: Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Туев, В. С. Солдаткин, Г. В. Смирнов. — Томск: ТУСУР, 2015.

— 117 с. — URL: <https://edu.tusur.ru/publications/5490> (дата обращения 02.03.2022)

3. Солдаткин, В. С. Инструментальный контроль параметров среды обитания: Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. С. Солдаткин, Г. В. Смирнов, В. И. Туев. — Томск: ТУСУР, 2018. — 100 с. — URL: <https://edu.tusur.ru/publications/7203> (дата обращения 02.03.2022)

4. Латышенко, К. П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний : учебник для вузов / К. П. Латышенко. - М. : Академия, 2012. - 320 с.

5. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2011. - 272 с.

6. Дробот, П. Н. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот. - Томск : ТУСУР, 2011. – 8