

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 лабораторных работ

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 Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах: метод. указания по выполнению студентами лабораторных работ/ А.И.Солдатов. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 9 с.

Методические указания по выполнению студентами лабораторных работ по дисциплине «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» разработаны для студентов магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника.

Одобрено на заседании научно-методической комиссии ФИТ, протокол № 7 от 31.01.2022 г.

УДК 372.862  
ББК 30

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

## Оглавление

Введение .....	4
Общие требования .....	4
Материально-техническое обеспечение лабораторных работ .....	5
Прием результатов выполнения лабораторных работ .....	6
Темы лабораторных работ .....	6
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	9

## **Введение**

Дисциплина «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах» играет важную роль в формировании профессиональных знаний в области робототехники.

Цель дисциплины:

- Подготовка специалиста по мехатронике и робототехнике, владеющего необходимыми знаниями о методах и средствах измерительного контроля, о характеристиках измерительных преобразователей робототехнической и мехатронной продукции;

- Формирование способности разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты в области мехатроники и робототехники по применению измерительных преобразователей и датчиков и обрабатывать результаты экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств;

- Формирование готовности разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний измерительных преобразователей мехатронной или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов, а также формирование компетенций:

- ПКС-4. Способен разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов

Задачи дисциплины:

Изучение методов и средств измерительного контроля характеристик робототехнической и мехатронной продукции;

фундаментальная подготовка студентов в области проектирования мехатронных и робототехнических систем на базе микроконтроллеров;

формирование навыков программирования микроконтроллеров для мехатронных и робототехнических систем.

Лабораторные работы обеспечивают учащимся возможность получить профессиональные практические навыки, в том числе исследовательского характера и закрепить знания, полученные в лекционной части дисциплины «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах».

## **Общие требования**

Лабораторные работы выполняются студентами очной формы обучения индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем. Число студентов, одновременно присутствующих на занятии не должно превышать 12 человек. Если в списочном составе группы студентов больше 12, то группа должна быть разделена на подгруппы численностью от 6 до 12 человек в каждой.

Для выполнения лабораторных работ целесообразно в учебном расписании выделять 4 академических часа подряд, без больших перерывов. Расписание также должно предусматривать раздельное проведение занятий у подгрупп, если группа была разделена.

Перед началом занятий студенты должны изучить инструкцию по охране труда, действующую в лаборатории. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая студенту вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время проведения лабораторных занятий в аудитории (лаборатории) студентам запрещается передавать друг другу результаты расчета электронных схем и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.

Студент имеет право:

– Выходить из аудитории (лаборатории) не спрашивая разрешения у преподавателя.

– Самостоятельно распределять аудиторное время, определяя необходимость перерыва или непрерывной работы.

– Просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующей отменой для повторения студентом.

Самостоятельная работа студентов над лабораторными заданиями осуществляется в той же аудитории (лаборатории), где проводятся лабораторные занятия. Преподаватель должен согласовать со студентами расписание самостоятельной работы - не менее 4 академических часов в неделю. В указанное время по учебному расписанию студентов и в аудитории (лаборатории) не должны проводиться другие занятия. Преподаватель должен обеспечить доступ студентов в аудиторию (лабораторию) в указанные часы. Необходимость самостоятельной работы определяет студент.

Консультации, выдача лабораторных заданий и прием результатов выполнения осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

### **Материально-техническое обеспечение лабораторных работ**

Учебная аудитория проведения занятий лабораторного типа 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Проектор LG RD-JT50;
- Проекционный экран;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-820S;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro - 2 шт.;
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Pro

OpenOffice

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям санитарных правил и норм (СанПиН).

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **Прием результатов выполнения лабораторных работ**

Результаты выполнения лабораторных работ представляются преподавателю в виде письменного отчета, содержащего цель работы, принципиальную схему, программный код, результаты исследования датчиков, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать демонстрацию результатов симуляции программного кода.
- Демонстрировать работу программного кода на отладочном стенде.
- Самостоятельно производить манипуляции с программным обеспечением без его изменения, если оно разработано в ходе лабораторной работы.
- Требовать у студента пояснений по полученным результатам.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если реализованы все задачи, предусмотренные заданием. Если эти условия не выполняются, то результат выполнения подлежит доработке. Студент должен работать над заданием максимально самостоятельно, использовать все предусмотренные в лабораторной работе средства.

До конца семестра студент должен сдать результаты выполнения всех лабораторных работ, предусмотренных настоящими указаниями. В противном случае студент к сдаче зачета не допускается.

### **Темы лабораторных работ**

Лабораторная работа № 1. Исследование нелинейной измерительной характеристики преобразователя на примере нелинейной характеристики термодпары. Изучение измерительного моста.

Цель работы: Изучение нелинейной измерительной характеристики преобразователя. Изучение измерительного моста на отладочном комплекте.

Алгоритм выполнения

- Собрать схему.
- Подать питание в одну диагональ моста
- Измерить напряжение в другой диагонали моста для различных вариантов сопротивления

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Результаты измерения
3. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 2. Статистический анализ результатов многократных косвенных измерений одной величины.

Цель работы: Получение навыков работы по обработке результатов многократных измерений.

Алгоритм выполнения

- Собрать схему.
- Подать питание в одну диагональ моста
- Измерить 10 раз напряжение в другой диагонали моста для различных вариантов сопротивления

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Результаты измерения
3. Результаты обработки
4. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 3. Линейная аппроксимация измерительной характеристики преобразователя, определение коэффициента линейной корреляции.

Цель работы: Получение навыков работы по линейной аппроксимации измерительной характеристики преобразователя и определении коэффициента линейной корреляции.

Алгоритм выполнения

- Использовать данные из предыдущей работы.
- Найти коэффициенты корреляции.
- Построить аппроксимированную характеристику
- Сравнить полученную характеристику с исходной

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Методика нахождения коэффициентов
3. Аппроксимированная характеристика
4. Результат сравнения полученной характеристики с исходной
5. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 4. Изучение усилителей.

Цель работы: Получение навыков работы с усилителем.

Алгоритм выполнения

- Собрать схемы инвертирующего и неинвертирующего усилителей.
- Подать на вход сигнал от генератора.
- Снять осциллограммы входного и выходного напряжения.
- Определить коэффициенты передачи для обоих усилителей.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схемы инвертирующего и неинвертирующего усилителей.
3. Осциллограммы входного и выходного напряжения.
4. Рассчитанные коэффициенты передачи для обоих усилителей.
5. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 5. Исследование измерительных характеристик датчика цвета.

Цель работы: изучение принципа работы датчика цвета TCS230 и определение его чувствительности.

Алгоритм выполнения

- Написать программу для управления датчиком цвета.
- Получить код программы.

- Записать код в микроконтроллер.
- Определить соотношение цветов красного, синего и зеленого для различных образцов.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Программа управления датчиком цвета.
- 3 Коэффициенты цветов красного, синего и зеленого для различных образцов.
- 4 Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 6. Исследование измерительной характеристики акустического датчика.

Цель работы: изучение принципа работы акустического датчика SC-04 и определение его чувствительности.

Алгоритм выполнения

- Написать программу для управления акустическим датчиком.
- Получить код программы.
- Записать код в микроконтроллер.
- Изменяя расстояние до отражателя измерить его рулеткой и датчиком.

Содержание отчета

- 5 Цель работы.
- 6 Программа управления акустическим датчиком.
- 7 Результаты измерения расстояния.
- 8 Погрешности измерения
- 9 Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 7. Датчик температуры и влажности

Цель работы: Изучить принцип работы датчика температуры и влажности, определить погрешности измерений.

Алгоритм выполнения

- Написать программу для управления акустическим датчиком.
- Получить код программы.
- Записать код в микроконтроллер.
- Измерить температуру и влажность в комнате, на батарее отопления и за окном.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Принцип работы датчиков.
- 3 Результаты измерений.
- 4 Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 8 Датчик пульса MAX30102.

Цель работы: изучение принципа работы датчика пульса MAX30102.

Алгоритм выполнения

- Написать программу для управления датчиком пульса.
- Получить код программы.
- Записать код в микроконтроллер.
- Сделать задержку между измерениями в 500мс.
- Считать значения с красного и инфракрасного светодиодов по интерфейсу I2C.
- Провести расчет частоты сердечного ритма и сатурации.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Программа управления акустическим датчиком.
- 3 График полученных данных с красного и инфракрасного светодиодов



- 4 Результаты расчета пульса.
- 5 Выводы о проделанной работе.

#### **Список литературы**

1. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. О. Перемитина ; рец.: П. В. Сенченко, И. Г. Ященко. - 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. - 83 с.