

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



Ю.Н. Рыжих

20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Измерительные преобразователи в робототехнических системах**

по направлению подготовки

**15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки :  
**Моделирование робототехнических систем**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 Способность самостоятельно применять знания на практике по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, экспериментов и наблюдений.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.1 Знать как осуществить и организовать сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования

ИПК 2.2 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.

ИПК 2.3 Владеть способами подготовки элементов документации и проведением отдельных этапов работ

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- изучение современных методов и средств организации измерительного эксперимента на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем, а также принципов работы, характеристик, устройства современных первичных измерительных преобразователей (датчиков) с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Третий семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Моделирование роботов и робототехнических систем.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 18 ч.

-лабораторные: 26 ч.

в том числе практическая подготовка: 26 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 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.

Тема 2. Основы метрологии. Погрешности измерений.

Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). 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.

Тема 3. Аппроксимация методом наименьших квадратов.

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

Тема 4. Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин.

Общие сведения о средствах измерений (СИ). Классификация средств измерения (СИ). Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравнивающего преобразования. Классификация цифровых измерительных устройств (ЦИУ). Основные характеристики СИ. Погрешности СИ. Методы и средства измерения электрических физических величин (ФВ) - напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, параметров цепей, анализ спектра сигналов, цифровое осциллографирование.

Тема 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.

### Лабораторные работы

№ п/п	№ темы	Наименование лабораторных работ
1.	1,2	Компьютерное моделирование измерения нелинейной зависимости двух величин на примере вольт-амперной характеристики полупроводникового диода. Определение в качестве искомой физической величины удельного сопротивления диода на участке закона Ома и оценка ее погрешности и надежности (доверительной вероятности). Определение параметров зависимости двух измеряемых физических величин на примере силы тока и напряжения вольт-амперной характеристики диода и погрешности этих параметров.
2.	2,4	Компьютерное моделирование: применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. Датчики температуры. Оптические датчики
3.	3	Компьютерное исследование: а) приведение нелинейной функции к линейному виду через преобразование координат; б) выделение линейных участков и их линейная аппроксимация; в) определение параметров линейной зависимости и переход к параметрам нелинейной зависимости.
4.	4,5	Приборы для определения перемещения. Датчики ускорения, вибрации и удара.
5.	4,5	Датчики изображения. Датчики скорости, расхода и уровня жидкости и газов. Датчики влажности.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам (проверяющих ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3). Продолжительность экзамена 1,5 часа.

### Контрольные вопросы

1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения ФВ. 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 (неисключенные остатки систематических погрешностей и случайные погрешности)..
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 равнозначных измерений.
13. Правила представления результатов измерений.
14. Сигналы измерительной информации.
15. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравнивающего преобразования
16. Электромеханические приборы
17. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
18. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
19. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщенные структурные схемы.
20. Цифровые вольтметры. Их разновидности.
21. Принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики осциллографа.
22. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.
23. Цифровые осциллографы.
24. Цифровые частотомеры.
25. Цифровые фазометры. Их принципы действия.
26. Измерения параметров цепей.
27. Измерение мощности сигналов.
28. Анализаторы спектра. Принципы действия.
29. Классификация датчиков.
30. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.
31. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, применения.
32. Тензочувствительные датчики.
33. Термочувствительные датчики.
34. Индуктивные датчики
35. Емкостные датчики.
36. Ионизационные датчики.

37. Фотоэлектрические датчики.
38. Термоэлектрические датчики.
39. Индукционные датчики.
40. Пьезоэлектрические датчики.
41. Датчики Холла.
42. Химические датчики.
43. Оптоэлектронные датчики.
44. Интеллектуальные датчики.
45. Измерение расхода жидких материалов.
46. Измерение перемещений и уровней.
47. Измерение давления.
48. Измерение вибраций.
49. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.
50. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

<b>Уровень</b>	<b>Качество ответов при собеседовании</b>	<b>Оценка</b>
1	Не ответил на вопросы или не явился на экзамен	неудовлетворительно
2	Фрагментарные ответы на основные и дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.	неудовлетворительно
3	Формальные ответы на основные вопросы, слабое понимание физической сути при ответах на дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия	удовлетворительно
4	Ответы на основные вопросы с замечаниями. Имеются разного уровня замечания по дополнительным вопросам. Оценка выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему не критичные неточности в материале.	хорошо
5	Ответы на основные и дополнительные вопросы без существенных замечаний. Оценка выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике	отлично

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

б) Методические указания:

1. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по практической работе студентов / Туев В. И., Смирнов Г. В., Солдаткин В. С. - 2015. 12 с. [Электронный ресурс] URL: <https://edu.tusur.ru/trainirm/publications/5749>

2. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания к лабораторному практикуму / Бакин Н. Н. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] URL: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2249>

3. Приборы и датчики экологического контроля: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов / Туев В. И., Солдаткин В. С. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] URL: <https://edu.tusur.ru/training/publications/2294>

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебник для вузов / К. П. Латышен-ко. - М. : Академия, 2012. - 320 с. (15 экз. в библиотеке ТУСУРа)

2. Интеллектуальные средства измерений [Текст]: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2011. - 272 с (10 экз. в библиотеке ТУСУРа)

б) дополнительная литература:

1. Микроэлектронные измерительные преобразователи: учебное пособие / В. Б. Топильский ; ред. И. Я. Ицхоки. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 496 с. (1 экз. в библ. ТУСУР)

2. Датчики телевизионно-вычислительных систем: учебное пособие для вузов / Ю. Р. Кирпиченко, И. Н. Пустынский ; Министерство образования и науки Российской Федерации (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2010.-160 с. (40 экз. в библиотеке ТУСУРа)

3. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2011. - 83 с. (20 экз. в библиотеке ТУСУРа).

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории Томского государственного университета управления и радиоэлектроники.

## **15. Информация о разработчиках**

Томский государственный университет управления и радиоэлектроники