

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор



(подпись)

Каракозов А. А.

03 20 23 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.07 Сенсоры робототехнических систем**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность:

15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность  
(специализация):

Робототехника и гибкие производственные системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

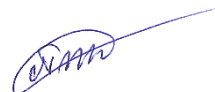
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	14
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)		
практические (семинарские) занятия (час.)	17	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	112
курсовой проект (работа) (семестр/час.)		
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Сенсоры робототехнических систем» составлена в соответствии с учебными планами по специальности 15.04.06 Мехатроника и робототехника (специализация – Робототехника и гибкие производственные системы) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

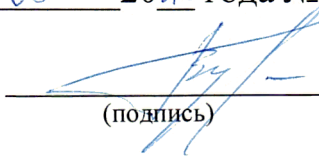
доцент кафедры «Мехатронные системы  
машиностроительного оборудования»,  
канд. техн. наук



Поезд С.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «16» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой  Гусев В.В.  
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника.

Протокол от «16» 03 2023 года № 4 —

Председатель  Гусев В.В.  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## **1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина рассматривает вопросы назначения основных элементов сенсорных устройств, их конструктивные особенности, общих закономерностях проектирования и выбора типов сенсорной техники и актуаторов для современных мехатронных изделий

Целью преподавания дисциплины является: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по выбору сенсоров и актуаторов для мехатронных изделий.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать основные принципы измерений физических и электрических величин, виды сенсорной техники и их конструктивные особенности, типы современных актуаторов мехатронных устройств;

уметь проанализировать схемы конструкций сенсоров, самостоятельно сделать выбор типа сенсорного устройства для измерения физических и электрических величин;

владеть методами практического обоснованного применения в мехатронных и робототехнических системах различного назначения стандартных информационно-сенсорных и управляющих модулей.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-3 - способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем машиностроительного оборудования, мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием;

ПК-5 - способностью участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов машиностроительного оборудования, мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;

ПК-6 - способностью настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Физика, Химия, Сопротивление материалов.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: Микропроцессор-

ная техника, Гидропневмоавтоматика, Элементы дискретной станочной автоматизации, Проектирование мехатронных систем, Проектирование систем управления робототехнических комплексов, производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/ /заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семина.).	СР
Тема 1. Физические принципы работы датчиков.	24/28	8/2		4/2	12/24
Тема 2. Интерфейсные электронные схемы.	26/30	8		4/2	14/28
Тема 3. Физические принципы работы сенсоров.	29/32	10/2		5	14/30
Тема 4. Актуаторы в мехатронике.	25/30	8		4	13/30
Контактная работа (дополнительная)	4/6			0	
Курсовая работа (проект)		0		0	
Итого по видам занятий	126	34	0	17	53/112
Контроль	18				
<b>ИТОГО:</b>	144				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
<b>ПК-3</b>	Тема 1., Тема 2.,Тема 5., Тема 6.
<b>ПК-5</b>	Тема 4., Тема 6.
<b>ПК-6</b>	Тема 2., Тема 3., Тема 4., Тема 5.

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Мониторинг процесса, назначение и классификация датчиков.

Содержание темы 1:

1.1 Роль контроля процессов в машиностроении.

1.2 Эволюция систем контроля.

1.3 Классификация измерительных систем.

1.4 Классификация датчиков.

Литература к теме 1: [1, 2,3]

## Тема 2. Характеристики датчиков.

### Содержание темы 2:

- 2.1. Передаточные функции датчика.
- 2.2. Диапазон измеряемых величин и выходных значений.
- 2.3. Точность и калибровка датчика.
- 2.4. Нелинейность измерений и линеаризация передаточной функции.
- 2.5. Воспроизводимость и надежность результатов измерений.
- 2.6. Динамические характеристики датчиков.
- 2.7. Динамические модели чувствительных элементов.

Литература к теме 2: [1, 2, 3,4]

## Тема 3. Физические принципы работы датчиков.

- 3.1. Удельное сопротивление
- 3.2. Температурная чувствительность
- 3.3. Тензочувствительность.
- 3.4. Влажочувствительность.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

## Тема 4. Интерфейсные электронные схемы.

- 4.1. Входные характеристики интерфейсных схем.
- 4.2. Усилители.
- 4.3. Схемы возбуждения.
- 4.4. Аналого-цифровые преобразователи.
- 4.5. Улучшение разрешающей способности систем сбора данных.
- 4.6. Прямая дискретизация и обработка сигналов.
- 4.7. Мостовые схемы.
- 4.8. Передача данных.
- 4.9. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах.

Литература к теме 4: [1, 2, 3,4]

## Тема 5. Физические принципы работы сенсоров

### Содержание темы 5:

- 5.1. Методы и способы тензометрии.
- 5.2. Электрическая тензометрия машин.
- 5.3. Датчики для измерения механических величин.
- 5.4. Пьезосенсоры и актуаторы.
- 5.5. Емкостные и оптические датчики.
- 5.6. Использование электромагнитного эффекта в измерительной технике и актуаторах.

- 5.7. Использование Холл-эффекта.
- 5.8. Использование звуковых датчиков.

Литература к теме 5: [1, 2, 3,4,5]

## Тема 6. Актуаторы в мехатронике.

### Содержание темы 6:

- 6.1. Классификация актуаторов в мехатронике.
- 6.2. Быстродействующие приводы.
- 6.3. Применение соленоидных приводов.
- 6.4. Шаговые двигатели.

6.5 Поворотные привода.  
Литература к теме 6: [1, 2, 3]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очн- заоч/заочн	Лите- ратура
1	Изучение конструкции и схем соединения тензорезисторов	2	[5,6]
2	Изучение конструкции тензометрических датчиков	2	[5,6]
3	Изучение конструкции пьезоэлектрических датчиков	2	[5,6]
4	Изучение конструктивных особенностей датчиков перемещения	2	[4,5,6]
5	Изучение особенностей конструкции и использования термодатчиков	2	[4,5,6]
6	Датчики звука	2	[4,5,6]
7	Тензометрические промежуточные преобразователи и приборы для измерения динамических деформаций	4/2	[5,6]
8	Контроль выполнения	1	
<b>ИТОГО:</b>		<b>17/2</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/ заочн
1	Изучение лекционного материала	30/40
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	26/36
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0/10
<b>ИТОГО:</b>		<b>56/86</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект не запланирован.

Индивидуальному заданию предусмотрено для заочной формы обучения.

Выполнение индивидуального задания предполагает выполнение лабораторных работ и составление отчета по ним.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу, передовой опыт.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

Учебным планом экзамен не запланирован

## **4.3 Критерии оценивания**

За основу уровня освоения студентом дисциплины в семестре берется выполнение лабораторных работ и индивидуального задания (для заочной формы обучения).

Максимальное число баллов за выполнение лабораторной работы 100 баллов (отсутствие - 0 баллов.).

Снижение оценки за выполненную лабораторную работу (индивидуального задания) осуществляется: при небрежном оформлении с ошибками на 10 баллов; при слабом понимании сути методики решения задачи на 10 баллов; не знает тер-



минологию 5 балла; не отвечает на контрольные вопросы 15 баллов. Итоговая оценка определяется как средняя по всем работам.

**Текущий контроль** знаний студентов производится при выполнении лабораторных работ, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	зачет
80-89	B	зачет
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	зачет
35-59	FX	Не зачет
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

Пример контрольных вопросов по второй работе:

1. Какие схемы соединения тензорезисторов в датчиках Вы знаете?
2. Какие конструкции датчиков для измерения одной составляющей силы Вы знаете?
3. Какие три способа установки тензорезисторов на одноосном датчике растяжения Вам известны?
4. Пояснить схему работы 3-х компонентного датчика силы.
5. Поясните схему работы 3-х компонентного кольцевого датчика силы.
6. Пояснить схему работы 1 компонентного датчика силы, перемещения, и касания.
7. Какие особенности конструкции одноосного датчика силы для шагающего робота?

#### 4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

### 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### I. Основная литература

1. Шарапов, В. М. Датчики: справочное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой и др. ; под редакцией В. М. Шарапов,

В. С. Полищук. - М. : Техносфера, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-94836-316-5. Системные требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5612.pdf>

2. Войтович, И. Д. Интеллектуальные сенсоры / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 1164 с. — ISBN 978-5-9963-0124-9. Системные требования: Acrobat Reader. <http://www.iprbookshop.ru/52223.html>

3. Попов, А.Н. Датчики технологических машин [Электронный ресурс] / А.Н. Попов и др.. – СПб.:БХВ-Петербург, 2017. – 145 с.– 1 файл. – Системные требования: WinDjView. <http://ed.donntu.org/books/cd5832.pdf>

4. Платт, Ч. Энциклопедия электронных компонентов. Том 3. Датчики местоположения, присутствия, ориентации, вибрации, жидкости, газа, света, тепла, звука, электричества: (Пер. с англ.) [Электронный ресурс] / Ч. Платт. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 288 с. 1 файл – Системные требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9028.pdf>

## **II. Дополнительная литература**

5. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / А.П. Лукинов. - 14 Мб. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – С.П.: Лань, 2012. – 605с. <http://ed.donntu.org/books/17/cd8070.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Сенсоры и актуаторы» : для обучающихся по направлениям подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : В. В. Гусев, И. А. Горобец, С.А. Поезд. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

7. Методические рекомендации к выполнению индивидуального задания и самостоятельной работы по дисциплине «Мехатронные сенсоры и актуаторы» : для студентов по направлениям подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : В. В. Гусев, С. А. Поезд. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

Учебная аудитория № 6.202а учебный корпус 6 для проведения занятий лекционного типа: (мультимедийное оборудование: ноутбук Операционная система Microsoft Windows XP Libreoffice 5.3.4.(2017), проектор м/мед .EPSON-X5 XGA 2200 Ansi, экран; учебно-наглядные пособия: стенды, специализированная мебель: доска аудиторная, парты.).

### **2. Лабораторные занятия**

Учебная лаборатория № 6.202 учебный корпус 6 для проведения лабораторных занятий. Компьютер Athlon 3500/2\*512/250 Компьютер Athlon 3500/512/160-4ПК arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (Лицензия GNU LGPL v3), PascalABC.NET (Лицензия GNU LGPL v3), T-FLEX72 (Лицензия GNU LGPL v3), AnyLogic (Лицензия GNU LGPL v3), Smath Studio (Лицензия GNU LGPL v3), V-Rep (Лицензия GNU LGPL v3), SciLab (Лицензия GNU LGPL v2), Libro Office 4.3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), Mozilla Firefox (лицензия MPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v3).

**3. Помещения для самостоятельной работы** с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: аудитория №6.212 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. . Компьютер(с/б) Intel Core 2Duo E8200 2.66/2Gb/320Gb/монитор22 - 4ПК: arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (Лицензия GNU LGPL v3), PascalABC.NET (Лицензия GNU LGPL v3), T-FLEX72 (Лицензия GNU LGPL v3), AnyLogic (Лицензия GNU LGPL v3), Smath Studio (Лицензия GNU LGPL v3), V-Rep (Лицензия GNU LGPL v3), SciLab (Лицензия GNU LGPL v2), Libro Office 4/3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), Mozilla Firefox (лицензия MPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v).

Составитель рабочей программы: \_\_\_\_\_ Гусев В.В.  
(подпись)