

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВПО «КНАГТУ»

А.Р. Куделько

2012 года



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Датчики и устройства сбора информации»  
основной образовательной программы подготовки магистров  
по направлению 210100.68 - «Электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения  
Технология обучения  
Объем дисциплины

очная  
традиционная  
4 зачетных единиц

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Промышленная электроника»

Заведующий кафедрой  
канд. тех. наук, доцент

С.М. Копытов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 года

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического  
управления к.т.н., профессор

А.А. Скрипилев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 года

Декан электротехнического факультета  
к.т.н., профессор

А.Н. Степанов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 года

Рабочая программа рассмотрена, одобрена и рекомендована к использованию методической комиссией электротехнического факультета

Председатель методической  
комиссии к.т.н., профессор

Н.Е. Дерюжкова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 года

Автор рабочей программы  
к.т.н., доцент

С.Г. Марущенко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 года

## Содержание

Введение.....	4
1 Пояснительная записка.....	4
1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины.....	4
1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой основной образовательной программы.....	8
1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов .....	11
2 Структура и содержание дисциплины.....	13
3 Календарный график изучения дисциплины.....	14
3.1 Лекции.....	14
3.2 Лабораторные занятия.....	16
3.3 Практические занятия.....	18
3.4 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы студентов, график ее выполнения.....	19
4 Расчетно-графическая работа.....	22
4.1 Цель работы.....	22
4.2 Задание на работу.....	22
4.3 Требования к пояснительной записке.....	23
5 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности обучаемых.....	23
5.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов.....	23
5.2 Технологии, методическое обеспечение и условия промежуточной аттестации.....	23
5.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся и компетенций выпускников, сформированных в результате изучения дисциплины.....	24
6 Ресурсное обеспечение курса.....	25
6.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы.....	25
6.2 Список дополнительной учебной и учебно-методической литературы.....	25
6.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении курса.....	26
6.4 Материально-технические ресурсы.....	26
Приложение А.....	27

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рабочая программа дисциплины «Датчики и устройства сбора информации» разработана на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.01.2010 г. № 31.

Дисциплина «Датчики и устройства сбора информации» является компонентом вариативной, устанавливаемой вузом, части профессионального цикла и входит в состав основной образовательной программы подготовки магистров по очной форме и традиционной технологии обучения. Дисциплина изучается на первом курсе во втором семестре.

В рамках дисциплины «Датчики и устройства сбора информации» студенты изучают основные типы первичных измерительных преобразователей и способы формирования информационных сигналов с них. Для практической работы используются лабораторные стенды «Промышленные датчики технологической информации» и «Датчики механических величин», содержащие различные типы датчиков физических и механических величин.

## **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины**

ФГОС ВПО по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника» содержит следующую характеристику

- **области профессиональной деятельности магистров:**

совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства, использование и эксплуатацию материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и микроэлектроники различного функционального назначения;

- **объектов профессиональной деятельности магистров:**

материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное

программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники;

- **профессиональных задач магистров**, в соответствии с видами профессиональной деятельности:

*Проектно-конструкторская деятельность:*

анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;

*Проектно-технологическая деятельность:*

разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

разработка технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

обеспечение технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценка экономической эффективности технологических процессов;

авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства;

*Научно-исследовательская деятельность:*

разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;

разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;

использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;

разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;

подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;

фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности;

*Организационно-управленческая деятельность:*

организация работы коллективов исполнителей;  
поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции;

участие в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта;

подготовка документации для создания и развития системы менеджмента качества предприятия;

разработка планов и программ инновационной деятельности на предприятии;

*Научно-педагогическая деятельность:*

работа в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования по учебным дисциплинам предметной области данного направления под руководством профессора, доцента или старшего преподавателя;

участие в разработке учебно-методических материалов для студентов по дисциплинам предметной области данного направления;

участие в модернизации или разработке новых лабораторных практикумов по дисциплинам профессионального цикла.

**Предметом дисциплины «Датчики и устройства сбора информации» являются:**

- Принципы построения и типы первичных измерительных преобразователей;
- основные характеристики измерительных преобразователей;
- методы и средства формирования выходных электрических сигналов в измерительных преобразователях.

**Цели дисциплины:**

Дисциплина «Датчики и устройства сбора информации» является одной из базовых при подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника» и имеет целью изучение принципов построения и современных методов проектирования систем сбора информации на основе первичных измерительных преобразователей и получение практических навыков в выборе типов датчиков и схем нормировки и усиления сигнала при измерении физических и механических величин.

**Задачи дисциплины:**

*Студент должен знать:*

- основные типы и классификацию первичных измерительных преобразователей (ПИП) (З-1);
- принципы преобразования информации в ПИП (З-2);
- статические и динамические характеристики ПИП (З-3);
- методы формирования выходных электрических информативных сигналов ПИП (З-4);

- мостовые схемы формирования сигналов параметрических измерительных преобразователей (З-5);
- способы усиления и линеаризации выходных сигналов мостов (З-6);
- методику минимизации ошибок, обусловленных сопротивлением соединительных проводников мостов (З-7);
- основные схемы формирования сигналов генераторных измерительных преобразователей (З-8);
- усилители для нормирования сигналов с ПИП (З-9);
- принципы сопряжения с системой сбора информации (З-10);
- методику разработки принципиальных схем аппаратных средств интеллектуальных датчиков (З-11).

*Студент должен уметь:*

- вести анализ и разработку структурных и принципиальных схем аппаратных средств систем сбора информации (У-1);
- выбирать ПИП, исходя из требований технического задания и контролируемой физической или технической величины (У-2);
- правильно выбирать схему включения ПИП с целью максимизации выходного информационного сигнала (У-3);
- создавать экспериментальные и макетные образцы измерительных систем (У-4);
- выполнять расчет и синтез схем нормировки и линеаризации сигнала с ПИП (У-5);
- применять специализированное программное обеспечение для создания устройств с использованием датчиков (У-6);
- обосновывать технические требования к ПИП по общему техническому заданию (У-7);
- применять возможности датчиков для решения различного типа задач (измерение временных параметров сигналов, формирование сигналов с заданными временными характеристиками, измерение напряжения, сбор, хранение и передача данных, управление исполнительными устройствами) (У-8).

### **Принципы построения и реализации дисциплины:**

1. Принцип соответствия требованиям ФГОС ВПО.
2. Принцип преемственности. Студенты в бакалавриате уже изучали курс «Метрология, стандартизация и технические измерения». В связи с этим рассматриваемая дисциплина углубляет знания, уже имеющиеся у студента, и дополняет их новыми сведениями, умениями и навыками.
3. Системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений. Материал изложен так, что изучение последующего вопроса предполагает знание предыдущих. Лекционный теоретический материал закрепляется практическими лабораторными работами.

4. Профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью. Знания, умения и навыки, получаемые студентом при изучении дисциплины, будут совершенно необходимы при выполнении курсовых и итоговой аттестационной работы. В дальнейшем они безусловно пригодятся в профессиональной деятельности.

5. От общего к частному – от общего знакомства с дисциплиной и ее теоретическими положениями к рассмотрению практических приложений и изучению конкретных проблем с одновременной реализацией принципа «от простого к сложному». Полученные теоретические знания проверяются на лабораторных работах. Принцип «от простого к сложному» реализуется при изучении использования интеллектуальных датчиков. По мере изучения материала приложения становятся все сложнее, охватывая весь предыдущий материал.

6. Принцип научности, обеспечивающий соответствие изучаемого материала современному состоянию и перспективам развития соответствующей области знаний, отраслей техники и технологии. Изучение принципов проектирования устройств сбора информации ведется с использованием современных интеллектуальных датчиков и программных продуктов.

7. Принцип доступности, обеспечивающий соответствие объема и сложности учебного материала реальным возможностям студентов. Лекции составлены максимально кратко и лаконично с тем, чтобы наиболее четко и понятно изложить учебный материал. Лабораторные работы целиком и полностью соответствуют материалу лекций, текст заданий содержит подробные указания по их выполнению.

8. Принцип опоры на практический жизненный опыт студентов. Теоретический материал иллюстрирован примерами, взятыми из повседневной жизни. Лабораторные работы также содержат задания, встречающиеся в других дисциплинах, изучаемых студентами.

9. Принцип модульного построения дисциплины, когда каждый из компонентов-модулей дисциплины имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания/обучения. Модули курса следуют друг за другом в логической последовательности. Принцип формирования мотивации, положительного отношения к процессу обучения. Лекции – простые и ясные, с большим количеством интересных примеров. Лабораторные работы – увлекательные и зрелищные, с наглядными результатами. Все это формирует у студентов желание изучать дисциплину.

10. Принцип постоянного контроля, оценки и стимулирования учебных достижений обучающегося. Каждая лабораторная работа имеет контрольные вопросы, которые позволяют студентам хорошо запоминать лекционный материал в процессе учебы. По выполненным лабораторным работам студенты формируют отчеты.

## 1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой основной образовательной программы

### *Межпредметная связь.*

Для изучения дисциплины «Датчики и устройства сбора информации» необходимо знание следующих дисциплин:

- теоретические основы электротехники (законы теории электрических цепей; трансформаторы; магнитные цепи; электродвигатели, типовые датчики обратной связи, принципы построения электроприводов);
- схемотехника (полупроводниковая схемотехника, устройства сопряжения с объектом для цифровых систем, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи);
- компьютерное проектирование и моделирование электронных схем (программы моделирования электронных схем);
- информатика (основы программирования, разработка алгоритмов, блок-схемы алгоритмов);
- теория автоматического управления (цифровые системы автоматического управления);
- средства отображения информации (светодиодные и жидкокристаллические индикаторы, структура микропроцессорной СОИ);
- микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств (алгебра логики, операции с двоичными числами, системы счисления, цифровые комбинационные и последовательностные интегральные схемы);
- основы микропроцессорной техники (микропроцессорные интегральные схемы, структура микропроцессорной системы, программирование на ассемблере);
- импульсные устройства (одновибраторы, генераторы, их расчет);
- телекоммуникационные системы (цифровые интерфейсы).

Дисциплина «Датчики и устройства сбора информации» является одной из основных для изучения следующих дисциплин:

- компьютерное управление экспериментом и оборудованием (микропроцессорные устройства управления экспериментальными стендами и промышленным оборудованием);
- применение LabVIEW в экспериментальных исследованиях (использование в проектах на LabVIEW интеллектуальных датчиков);
- проектирование устройств на ПЛИС (совместное использование элементной базы на ПЛИС и аналоговых схемах);
- отладочные средства микропроцессорных систем (отладка микроконтроллерных устройств).

### **Требования к результатам освоения основных образовательных программ подготовки магистра**

Дисциплина «Датчики и устройства сбора информации» должна формировать у выпускников по направлению подготовки **Электроника и нано-**

**электроника** с квалификацией (степенью) «магистр» следующие компетенции, являющиеся составной частью формируемых компетенций основной образовательной программы в соответствии с ФГОС ВПО.

При изучении дисциплины формируются следующие общекультурные компетенции:

способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3);

готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-6).

При изучении дисциплины формируются следующие профессиональные компетенции:

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-4);

способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) (ПК-5);

готовность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);

способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-9);

способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-10);

способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-11);

способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-13);

готовность обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-14);

готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-15);

способность разрабатывать с использованием современных языков программирования и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач (ПК-17);

готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-18);

способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19).

### **1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов**

В содержании дисциплины сбалансировано соотношение между различными видами учебной работы: объем лекций достаточен для магистров данного профиля, лекции дополнены лабораторными занятиями для получения практических навыков, знакомства с оборудованием и уяснения физической сущности процессов, протекающих в системах. Расчетно-графическая работа предназначена для обучения студентов проектированию схем усиления и нормализации сигналов, навыкам самостоятельной работы, работы с литературой. Все формы учебной работы используют современные средства вычислительной техники и программные продукты. Все виды учебной работы в целом способствуют формированию компетенций, приведенных в параграфе 1.2.

Виды учебной работы и их распределение по часам и зачетным единицам приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименования показателей	Семестры	Значения трудоемкости						
		зет	Всего		в том числе:			
			Часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация (экзамен) в часах
всего	часов в неделю	всего	часов в неделю					
1. Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	2	4	144	-	64	4	44	36
2. Трудоемкость дисциплины в семестре (по рабочему учебному плану программы)	2	4	144	6,75	64	4	44	36
3. Трудоемкость по видам аудиторных занятий: - лекции	2	0,5	-	-	16	1	-	-
- лабораторные занятия	2	1,3	-	-	32	2	-	-
- практические занятия (упражнения, семинары и т.д.)	2	0,7	-	-	16	1	-	-
4. Расчетно-графическая работа	2	0,2	-	-	-	-	8	-
5. Изучение теоретических разделов курса	2	0,3	-	-	-	-	10	-
6. Промежуточная аттестация (число начисляемых зет): 6.1. Экзамен	2	4	-	-	-	-	-	36

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В табл. 2 приведено распределение дисциплины по разделам, а также приведены реализуемые компетенции.

Таблица 2

Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименования разделов	Содержание разделов	Трудо-емкости разделов (часы)	Основные результаты изучения разделов	
				Знания, умения, навыки	Компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Основные характеристики измерительных преобразователей	Классификация (систематизация) ПИП. Статические характеристики ПИП. Динамические характеристики ПИП.	25	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5	ОК-3
2	Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП	Схемы формирования сигналов параметрических ИП. Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП. Схемы формирования сигналов генераторных ИП.	30	З-6, З-7, У-3, У-4, У-5, У-6, У-8	ОК-3 ПК-17
3	Усилители для нормирования сигналов	Характеристики прецизионных операционных усилителей. Анализ ошибок усилителя по постоянному и переменному току.	25	З-8, З-9, З-10, У-2, У-4, У-8	ПК-19

1	2	3	4	5	6
4	АЦП для нормирования сигналов с датчиков.	АЦП последовательного приближения. АЦП последовательного приближения с мультиплексируемыми входами. Законченные системы сбора данных на кристалле.	28	З-10, З-11, У-1, У-4, У-7, У-8	ОК-6 ПК-19

### 3 КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Лекции

Программа лекций представлена в табл. 3.

Таблица 3

#### Программа лекций

№ п/п	Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекции на формирование:	
		Лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знаний, умений, навыков обучающихся	Компетенций выпускников
1	2	3	4	5	6
1	<p><b>ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ</b></p> <p>Введение. Содержание, задачи и организация построения дисциплины. Рекомендуемая литература. Основные термины и определения: датчик, измерительное преобразование, измерительный преобразователь, чувствительный элемент. Классификация (систематизация) ПИП. Статические характеристики измерительных преобразователей.</p>	2	0,2 слайд-шоу	3-1, 3-2	ОК-3 <sup>2)</sup> , ПК-19

1	2	3	4	5	6
2	Динамические характеристики измерительных преобразователей. Передаточная функция ИП, переходная характеристика, импульсная характеристика. ИП первого и второго порядков. Динамические погрешности ИП.	2	0,5 презентация	3-3, 3-4, 3-5	ОК-3 ПК-19
3	МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАТИВНЫХ СИГНАЛОВ В ИП Схемы формирования сигналов параметрических ИП. Основные схемы включения датчиков. Потенциометрические схемы: с источником опорного напряжения, с источником опорного тока. Схемы на основе операционных усилителей.	2	0,3 презентация	3-6, У-3, У-5, У-8	ПК-4 ПК-17
4	Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП. Мостовые схемы включения ИП: мост Уитстона, четверть мост, полумост, полный мост. Питание мостовых схем. Мосты переменного тока. Усиление и линейризация выходных сигналов мостов.	2	0,5 презентация	3-7, У-4, У-5, У-6	ПК-17 ПК-19
5	Управление мостами: минимизация ошибок, связанных с сопротивлением проводников. Схемы формирования сигналов генераторных ИП. Схемы формирования сигналов с преобразованием в частоту, период или интервал времени.	2	0,5 презентация	3-8, У-8	ПК-17

1	2	3	4	5	6
6	<b>УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ</b> Характеристики прецизионных операционных усилителей. Анализ бюджета ошибок усилителя по постоянному току. Операционные усилители с однополярным питанием, особенности включения. Инструментальные усилители. Усилители, стабилизированные прерыванием. Изолированные усилители.	2		3-8, У-8	ПК-4 ПК-19
7	<b>АЦП ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ С ДАТЧИКОВ.</b> АЦП последовательного приближения. АЦП последовательного приближения с мультиплексируемыми входами. Сигма-дельта АЦП. Измерительные низкочастотные сигма-дельта АЦП высокого разрешения. Применение сигма-дельта АЦП в измерителях мощности.	2	0,5 презентация	3-9, У-2, У-4	ПК-4
8	Законченные системы сбора данных на одном кристалле: датчики температуры, влажности, давления, освещенности.	2	0,5 презентация	3-10, 3-11, У-1, У-4, У-7, У-8	ОК-6 ПК-19
<b>В целом по дисциплине: 16 часов</b>					
<b>В том числе с использованием активных форм занятия: 3 часа</b>					
<sup>2)</sup> Расшифровка кодов компетенций приведена в подразделе 1.2					

### 3.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия направлены на закрепление и углубление, практическое подтверждение теоретических концепций курса, а также на формирование и развитие умений и навыков разработки информационно-измерительных устройств на базе датчиков физических и механических величин.

Подробные описания лабораторных работ и методические указания по их выполнению приведены в [10, 11].

Программа лабораторных занятий приведена в табл. 4.

Таблица 4

## Программа лабораторных занятий

№ п/п	Наименования лабораторных работ	Трудоемкость (академические часы)		Основные планируемые результаты	
		занятия в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знания, умения, навыки обучающихся	Компетенции выпускников
1	Исследование устройства принципа действия и работы учебного стенда «Промышленные датчики технологической информации».	2	-	З-1, З-2, З-3, З-4	ОК-6 ПК-5 ПК-6
2	Исследование устройства принципа действия и работы учебного стенда «Датчики механических величин».	2	-	З-6, З-7, У-3	ПК-4 ПК-6 ПК-17
3	Изучение датчиков тока и напряжения.	4	-	З-4, З-5, У-5, У-6	ПК-5 ПК-6
4	Изучение датчиков температуры.	4	-	З-7, У-3, У-5, У-6	ОК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-17
5	Изучение датчиков магнитного поля.	4	-	З-8, З-9, У-2, У-6	ПК-5 ПК-6 ПК-19
6	Изучение датчика освещенности.	4	-	З-10, У-8	ПК-5 ПК-6
7	Изучение бесконтактных конечных выключателей.	2	-	З-4, З-5	ПК-4 ПК-6
8	Изучение датчиков линейного перемещения.	2	-	У-2 З-7 З-5	ПК-5 ПК-19
9	Изучение датчиков частоты вращения.	4	-	З-7, У-3	ОК-3 ПК-4 ПК-5
10	Изучение датчиков углового положения.	4	-	З-7, У-3, У-5	ОК-6 ПК-6 ПК-17

В целом по дисциплине: 32 часа

### 3.3 Практические занятия

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний по курсу и получение навыков решения конкретных практических задач.

Программа практических занятий приведена в табл. 5.

Таблица 5

Программа практических занятий

№ п/п	Тематика занятий	Трудоемкость (академические часы)		Основные планируемые результаты	
		заня- тия в целом	в том числе с использо- ванием ак- тивных ме- тодов обу- чения	Знания, умения, на- выки обу- чающихся	Компетен- ции выпу- скников
1	2	3	4	5	6
1	<b>Основные характеристики измерительных преобразователей.</b> Расчет статических характеристик измерительных преобразователей. Расчет динамических характеристик измерительных преобразователей.	2	-	3-1, 3-2, 3-3, 3-4	ОК-6 ПК-5 ПК-6
2	<b>Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП.</b> Определение уровня выходного сигнала при потенциометрическом включении измерительного преобразователя. Расчет мостовых схем включения измерительных преобразователей.	2	-	3-6, 3-7, У-3	ПК-4 ПК-6 ПК-17
3	Расчет мостов переменного тока. Примеры схем усиления и линеаризации выходных сигналов мостов.	2	-	3-4, 3-5, У-5, У-6	ПК-5 ПК-6
4	Разбор схем управления мостами. Мероприятия по минимизации ошибок, связанных с сопротивлением проводников.	2	-	3-7, У-3, У-5, У-6	ОК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-17

1	2	3	4	5	6
6	<b>Усилители для нормирования сигналов.</b> Определение характеристик прецизионных операционных усилителей. Обобщенная модель напряжения смещения операционного усилителя. Анализ нелинейности разомкнутого коэффициента передачи по постоянному току. Анализ шумов операционного усилителя.	2	-	3-8, 3-9, У-2, У-6	ПК-5 ПК-6 ПК-19
7	Особенности включения операционных усилителей с однополярным питанием. Инструментальные усилители, схемы включения инструментальных усилителей.	2	-	3-10, У-8	ПК-5 ПК-6
8	<b>АЦП для нормирования сигналов с датчиков.</b> Принцип действия АЦП последовательного приближения. АЦП с мультиплексированными входами – принцип работы аналогового ключа. Примеры законченных систем сбора данных на одном кристалле.	2	-	3-4, 3-5	ПК-4 ПК-6
<b>В целом по дисциплине: 16 часов</b>					

### 3.4 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы студентов, график ее выполнения

Самостоятельная работа проводится в вычислительном центре кафедры ПЭ с использованием следующего программного обеспечения: операционной системы WindowsXP; интегрированной среды разработки схем Proteus 7.0, прикладного пакета для инженерных расчетов MathCAD.

Объём, структура и содержание самостоятельной работы студентов, график её выполнения приведены в табл. 6.

Виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к лекциям;
- подготовка к лабораторным работам, оформление отчета и подготовка к защите;

- самостоятельное изучение отдельных теоретических разделов курса;
- подготовка, оформление и защита расчетно-графической работы.

Таблица 6

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение

№ п/п	Наименования теоретических разделов курса	Количество часов
1	<p>ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ</p> <p>Типовая схема управления производственным процессом. Основные элементы интеллектуального датчика. Стандартизация в цифровом интерфейсе при использовании интеллектуальных датчиков.</p>	2
2	<p>МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАТИВНЫХ СИГНАЛОВ В ИП</p> <p>Методы обработки сигналов при питании мостов переменным напряжением или током: синхронное детектирование, преобразование сигнала во временной интервал или частоту.</p>	3
3	<p>УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ</p> <p>Методы ослабления синфазного сигнала и влияния источника питания в ОУ. Источники ошибок инструментального усилителя по постоянному току. Источники шумов инструментального усилителя. Анализ бюджета ошибок инструментального усилителя с мостовым датчиком.</p>	3
4	<p>АЦП ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ С ДАТЧИКОВ.</p> <p>АЦП с датчиком температуры на одном кристалле. Оценка шумов квантования сигма-дельта АЦП. Режимы калибровки сигма-дельта АЦП.</p>	2
<b>Всего</b>		<b>10</b>

График выполнения самостоятельной работы приведен в табл. 7.

Таблица 7

График выполнения самостоятельной работы студентов в 16-недельном семестре

10 семестр																	
Вид самостоятельной работы	Число часов в неделю																Итого по видам работы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к лекциям			0,3		0,3		0,3		0,3		0,3		0,3		0,2		2
Подготовка к лабораторным занятиям		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16
Подготовка к практическим занятиям		1		1		1		1		1		1		1		1	8
Изучение теоретических разделов курса		1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	10
Выполнение и защита расчетно-графической работы		○													⊕		8
			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2		
<b>ИТОГО</b>		3	2,3	3	2,3	3	2,3	3	2,3	3	2,3	3	2,8	3,5	4,2	4	<b>44</b>

## 4 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

### 4.1 Цель работы

Закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков проектирования схемы усиления и нормализации сигнала с датчика, а также приобретение навыков работы с информационно-справочными материалами. В ходе выполнения расчетно-графической работы у студентов формируются компетенции ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-18

### 4.2 Задание на расчетно-графическую работу

Расчетно-графическая работа предполагает расчет и синтез схемы нормирования сигнала с измерительного преобразователя, а также выполнение ее технического описания.

Задания на расчетно-графическую работу носят практический характер и моделируют будущую профессиональную деятельность магистра. Студент самостоятельно разрабатывает принципиальную схему устройства, выбирает элементную базу, разрабатывает мероприятия по минимизации ошибок. Разработанную схему студент отлаживает с помощью программной среды разработки и моделирования электронных схем Proteus 7.0. Срок сдачи и защиты расчетно-графической работы – не позднее 15 учебной недели.

Варианты заданий на расчетно-графическую работу.

Выполнить разработку и расчет схемы нормализации сигнала с первичного измерительного преобразователя в зависимости от условий задания.

1. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – четверть мост; питание моста – постоянным напряжением.
2. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полумост 1; питание моста – постоянным напряжением.
3. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полумост 2; питание моста – постоянным напряжением..
4. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полный мост; питание моста – постоянным напряжением.
5. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – четверть мост; питание моста – постоянным током.
6. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полумост 1; питание моста – постоянным током.
7. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полумост 2; питание моста – постоянным током.
8. Первичный измерительный преобразователь – резистивный; схема включения – полный мост; питание моста – постоянным током.

### 4.3 Требования к пояснительной записке

Пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист с указанием названия работы;
- оглавление пояснительной записки с указанием страниц;
- формулировку задания;
- введение;
- расчет выходного сигнала и чувствительности моста;
- разработку принципиальной схемы устройства и обоснование выбора элементной базы;
- разработку мероприятий по минимизации ошибок, связанных с соединительными проводниками моста;
- заключение;
- список литературы;
- в приложениях:
  - принципиальная схема (оформление в соответствии с ЕСКД);
  - перечень элементов (оформление в соответствии с ЕСКД).

## 5 ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ

### 5.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости студентов

Для текущего контроля используется периодическая в течение семестра оценка результатов учебной деятельности каждого студента с учетом активности на лабораторных занятиях и графика выполнения расчетно-графической работы.

### 5.2 Технологии и методическое обеспечение промежуточной аттестации

Данный курс изучается в течение одного семестра, рабочим учебным планом предусмотрена итоговая аттестация по курсу в форме экзамена. К экзамену студент допускается при наличии выполненных и защищенных в срок всех лабораторных работ и выполненной и защищенной расчетно-графической работы. Итоговая аттестация по курсу в целом проводится путем совмещения устной и письменной формы. Каждому студенту на экзамене выдается билет с двумя теоретическими вопросами. Перечень теоретических вопросов приведен в приложении А.

Итоговая оценка «отлично» или «хорошо» может быть выставлена студенту без дополнительного опроса по результатам текущей учебной работы в течение семестра, с учетом его активности на практических и лабораторных занятиях, выполнения графика самостоятельной работы и при наличии условий, перечисленных выше (для допуска к экзамену).

### **5.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся и компетенций выпускников, сформированных в результате изучения дисциплины**

Для контроля выживаемости полученных при изучении дисциплины знаний, умений, навыков обучающихся и компетенций выпускников предлагаются следующие тестовые вопросы.

1. Дайте определение понятию «датчик» и понятию «измерительный преобразователь»?
2. Что представляет собой интеллектуальный датчик, какие функции он выполняет?
3. Каково различие между активными и пассивными измерительными преобразователями?
4. Что представляют собой биосенсоры?
5. Как определить номинальную статическую характеристику преобразования?
6. Как определить динамический диапазон измерений измерительного преобразователя?
7. Какие погрешности измерительного преобразователя вам известны?
8. Запишите передаточную функцию измерительного преобразователя 1-го порядка.
9. Запишите передаточную функцию измерительного преобразователя 2-го порядка.
10. Как можно оценить быстродействие измерительного преобразователя?
11. Чем обусловлена динамическая погрешность измерительного преобразователя?
12. В каких случаях используется потенциометрическая схема включения измерительного преобразователя?
13. Приведите схему моста Уитстона?
14. Какие способы питания мостовых схем вы знаете?
15. Приведите схему моста Нернста?
16. Приведите схему моста Максвелла?
17. Дайте определение понятию чувствительность моста?
18. Какие конфигурации мостов вы знаете?
19. В чем суть Кельвиновского включения моста?
20. Приведите основные схемы формирования сигналов генераторных ИП.
21. В чем преимущество схем формирования сигналов с преобразованием?
22. Как определить коэффициент ослабления синфазного сигнала (КОСС)?
23. Какие типы АЦП применяются для нормирования сигналов?

## 6 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

### 6.1 Список основной учебной и учебно-методической литературы

- 1) **Виглеб Г.** Датчики / Г. Виглеб – Пер. с нем. – М.: Мир, 1989. - 196 с.
- 2) **Котюк А.Ф.** Датчики в современных измерениях. / А.Ф. Котюк – М.: Радио и связь, 2006. – 96 с.
- 3) **Алейников А.Ф.** Датчики (перспективные направления развития). / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко Учебное пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001 – 176 с.
- 4) **Джексон Р.Г.** Новейшие датчики. / Р.Г. Джексон, пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
- 5) **Томпкинс У.** Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC./ Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера, пер с англ. – М.: Мир, 1992 – 592 с.
- 6) **Фрайден Дж.** Современные датчики. Справочник./ Дж. Фрайден. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
- 7) **Бриндли К.** Измерительные преобразователи. Справочное пособие/ К. Бриндли, пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
- 8) Техническое описание лабораторного стенда «Промышленные датчики технологической информации» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.
- 9) Техническое описание лабораторного стенда «Датчики механических величин» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.
- 10) Датчики технологической информации. Методические указания к проведению лабораторных работ – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011. – 67 с.
- 11) Датчики механических величин. Методические указания к проведению лабораторных работ – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011. – 76 с.

### 6.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической и научной литературы

- 12) Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. Материалы семинара фирмы ANALOG DEVICES/ Пер. с англ., под ред. Силантьева В.И. – М.: ЗАО АВТЭКС, 2005. – 311 с.
- 13) Siemens. Basics of Sensors. Industrial Automation Sensors. /Siemens AG, 2006. – 112 p.
- 14) **Shell R.L., Hall E.L.** Handbook of Industrial Automation./ R.L. Shell, E.L. Hall – NY.: Marcell Decker, 2000. – 857 p.

### 6.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении курса

Программные продукты, используемые при изучении курса:

- интегрированная среда разработки и моделирования электронных схем Proteus 7.0;
- интегрированная среда для инженерных расчетов MathCAD;

- стандартные программы, используемые студентами для подготовки отчетов к лабораторным работам – WINWORD, PAINT.

#### **6.4 Материально-технические ресурсы**

Лабораторный практикум выполняется на базе двух лабораторных стендов «Промышленные датчики технологической информации» и «Датчики механических величин». Стенды предназначены для изучения устройства и принципа действия широкого спектра промышленных датчиков и датчиков физических величин, решения специфичных задач по управлению различными объектами, сбору, хранению и обработке информации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Измерительные преобразователи, основные термины. Классификация измерительных преобразователей.
2. Основные статические характеристики измерительных преобразователей.
3. Динамические характеристики измерительных преобразователей.
4. Динамические погрешности измерительных преобразователей.
5. Основные схемы включения датчиков.
6. Схемы формирования сигналов параметрических ИП.
7. Потенциометрические схемы включения ИП.
8. Мостовые схемы включения ИП.
9. Мосты переменного тока.
10. Типы конфигураций мостов.
11. Схемы усиления и линеаризации выходных сигналов мостов.
12. Уменьшение влияния соединительных проводников в потенциометрических схемах.
13. Уменьшение влияния соединительных проводников в мостовых схемах включения ИП.
14. Схемы формирования сигналов генераторных ИП.
15. Схемы формирования сигналов с преобразованием в частоту, период или интервал времени.
16. Основные характеристики прецизионных операционных усилителей.
17. Модели для входного напряжения смещения и входного тока.
18. Нелинейность разомкнутого коэффициента передачи по постоянному току.
19. Шумы операционного усилителя.
20. Ослабление синфазного сигнала и влияния источника питания.
21. Анализ ошибок усилителя на постоянном токе.
22. Особенности подключения операционных усилителей с однополярным питанием.
23. Инструментальные усилители, схемы.
24. Ошибки инструментального усилителя по постоянному току.
25. Источники шумов инструментального усилителя.
26. Изолированные усилители.
27. АЦП последовательного приближения.
28. АЦП последовательного приближения с мультиплексированными входами.
29. Сигма-дельта АЦП.
30. Законченные системы сбора данных на кристалле.