

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЦИФРОВЫЕ ДАТЧИКИ В ПОЗИЦИОННЫХ И СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМАХ**

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Робототехника в электромеханических системах**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### Знать:

- Принципы действия цифровых датчиков и физические процессы, положенные в их основу (ПК-8);
- Конструкцию и назначение датчиков в следящих и позиционных системах регулирования (ПК-8);
- Принцип действия и математическое описание следящих и позиционных систем регулирования (ПК-8);
- Показатели качества следящих и позиционных систем (ПК-8);
- Принцип действия цифровых интерфейсов и промышленных сетевых архитектур для сопряжения элементов систем управления (ПК-8);
- Современный уровень цифровой измерительной техники (ПК-8).

### Уметь:

- Выбирать разрядность цифровых датчиков в зависимости от требований технического задания (ПК-8);
- Устанавливать связь технических характеристик цифровых датчиков и показателей качества регулирования следящих и позиционных систем (ПК-8);
- Выбирать тип цифровых интерфейсов и промышленных сетевых архитектур в зависимости от требований технического задания (ПК-8).

### Владеть:

- Навыками анализа информации о современном цифровом измерительном оборудовании (ПК-8);
- Навыками работы с данными различных цифровых форматов (ПК-8);
- Составлять протоколы обмена данными в соответствии с требованиями технического задания (ПК-8).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин В.ОД.12 цикла Б1 образовательной программы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» дисциплина

«Цифровые датчики в позиционных и следящих системах» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение.
- Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника.
- Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники.
- Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики.
- Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ДВ.3.1 Микропроцессорная техника в робототехнике.
- Б1.В.ДВ.3.2 Основы компьютерной техники.
- Б1.В.ДВ.4.1 Компьютерное управление в робототехнических системах.
- Б1.В.ДВ.4.2 Сервоконтроллеры роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.8.1 Моделирование механики и рабочих зон роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.8.2 3-D моделирование в робототехнике.

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.12	
Часов (всего) по учебному плану:	144	5 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	5 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	5 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	5 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	-
Курсовое проектирование (ЗЕТ, часов)	-	-
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1.5, 54	5 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	5 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	1, 36
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (срс)	0.5, 18
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	1.5, 54
Подготовка к экзамену	1, 36

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	кр	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Понятие о следящих и позиционных системах.	10	2	4			4	
2	Тема 2. Датчики параметров движения.	24	4	10			10	
3	Тема 3. Датчики электрических величин.	16	4	6			6	
4	Тема 4. Инерциальные системы и датчики.	20	4	8			8	
5	Тема 5. Промышленные цифровые интерфейсы систем управления и элементы теории передачи информации.	20	4	8			8	
6	Дополнительная тема на СРС: 1. Применение силомоментных датчиков в системах управления движением.	18					18	
<b>Всего 144 часа по всем видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)</b>			<b>18</b>	<b>36</b>			<b>54</b>	

##### Тема 1. Понятие о следящих и позиционных системах.

**Лекция 1.** Обобщённая функциональная схема системы регулирования. Принцип действия обратной связи. Режим слежения, режим позиционирования (2 часа). Показатели качества регулирования положения. Повышение динамической точности регулирования положения (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Математическое описание системы регулирования положения. Моделирование следящей системы с различными обратными связями (по положению, по скорости, по электромагнитному моменту). Исследование динамических свойств (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Математическое описание системы регулирования положения. Моделирование системы позиционирования. Исследование динамических свойств (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №1 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

##### Тема 2. Датчики параметров движения.

**Лекция 2.** Электромеханические датчики параметров движения: тахогенераторы, сельсины, синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы (резольверы) (принцип действия, конструкция, режимы работы, основные технические характеристики) (2 часа).

**Лекция 3.** Дискретные датчики параметров движения: абсолютные энкодеры, инкрементальные энкодеры, магнитные, магниторезистивные и оптические датчики, датчики для измерения параметров вращательного и поступательного движения. Основные технические характеристики датчиков. Разрешающая способность дискретных датчиков (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Контроллеры электромеханических датчиков параметров движения. Синхронно-следящая передача (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Контроллер абсолютного энкодера. Блок-схема алгоритма обработки информации. Виды двоичных кодов. Код Грея. Измерение скорости движения с помощью абсолютного энкодера. Интерфейсы абсолютных энкодеров (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Контроллер инкрементального энкодера. Блок-схема алгоритма обработки информации. Измерение скорости движения с помощью инкрементального энкодера. Интерфейсы инкрементальных энкодеров (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Концевые выключатели. Логические схемы управления и обработка циклограмм в функции положения (пути) (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Логические схемы управления и обработка циклограмм в функции времени. Защиты и блокировки логических систем управления. Датчики вибрации (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №2 – 10 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

### **Тема 3. Датчики электрических величин.**

**Лекция 4.** Датчики тока. Назначение, принцип действия, конструкция, технические характеристики. Развязка электрических цепей (2 часа).

**Лекция 5.** Датчики напряжения. Назначение, принцип действия, конструкция, технические характеристики. (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Контроллер датчика тока. Принципиальная схема узла измерения тока (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Контроллер датчика напряжения. Принципиальная схема узла измерения напряжения (2 часа).

**Практическое занятие 10.** Использование обратных связей по току и напряжению на статические и динамические свойства систем регулирования (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №3 – 6 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

### **Тема 4. Инерциальные датчики и системы.**

**Лекция 6.** Понятие об инерциальных системах управления. Инерциальные системы отсчёта. Функциональная схема инерциальной системы управления. Инерциальные датчики и инерциальные измерительные устройства, их конструктивное исполнение (2 часа).

**Лекция 7.** Инерциальные навигационные системы. Принцип действия гироскопа. 1-, 2- и 3-осевые гироскопы. Гироскопические модули. Датчики наклона (2 часа).

**Практическое занятие 11.** Оборудование инерциальных систем. Цифровые и аналоговые инклинометры. Реле наклона. 2- и 3-осевые электронные компасы (2 часа).

**Практическое занятие 12.** Оборудование инерциальных систем. МЭМС-технология. МЭМС-акселерометры, МЭМС-гироскопы. (2 часа).

**Практическое занятие 13.** Математическая модель инерциальной системы стабилизации положения (2 часа).

**Практическое занятие 14.** Исследование инерциальной системы стабилизации положения (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №4 – 8 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

## **Тема 5. Промышленные цифровые интерфейсы систем управления и элементы теории передачи информации.**

**Лекция 17.** Элементы и устройства вычислительной техники для сопряжения с аналоговыми и цифровыми датчиками. Аналоговые интерфейсы. Цифровые интерфейсы. Универсальный асинхронный приёмопередатчик (2 часа).

**Лекция 18.** Последовательные цифровые интерфейсы CAN и I2C. Аппаратный уровень интерфейсов. Алгоритм доступа к сети и архитектура сетей (2 часа).

**Практическое занятие 15.** Виды сигналов – аналоговые, дискретные, цифровые. Виды модуляции аналоговых сигналов. Квантование сигналов по времени и по уровню. Теорема Котельникова (2 часа).

**Практическое занятие 16.** Форматы чисел. Преобразование форматов. Понятие о протоколе обмена данными. Пример формирования и интерпретации сообщения (2 часа).

**Практическое занятие 17.** Защита информации. Виды кодов. Контрольная сумма. Код CRC, его алгоритм вычисления и назначение. (2 часа).

**Практическое занятие 18.** Обмен данными по последовательным цифровым интерфейсам. Протоколы для обмена данными по CAN и I2C (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к защите лабораторных работ (всего к теме №5 – 8 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

### **Дополнительная тема на СРС.**

1. Применение силомоментных датчиков в системах управления движением.

**Самостоятельная работа 6.** Самостоятельное изучение указанной темы (18 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительной теме СРС.

На практических занятиях (18 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка математического описания, расчет параметров системы регулирования, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания.

### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработано:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания к практическим занятиям;
- методические указания к самостоятельной работе (Приложение к РПД).



## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание  
**знания** обучающимися:

- принципов действия цифровых датчиков и физические процессы, положенные в их основу;
- конструкций и назначения датчиков в следящих и позиционных системах регулирования;
- принципов действия и математическое описание следящих и позиционных систем регулирования;
- показателей качества следящих и позиционных систем;

- принципов действия цифровых интерфейсов и промышленных сетевых архитектур для сопряжения элементов систем управления;
- современного уровня цифровой измерительной техники.

наличие **умения**:

- выбирать разрядность цифровых датчиков в зависимости от требований технического задания;
- устанавливать связь технических характеристик цифровых датчиков и показателей качества регулирования следящих и позиционных систем;
- выбирать тип цифровых интерфейсов и промышленных сетевых архитектур в зависимости от требований технического задания.

присутствие **навыка**:

- анализа информации о современном цифровом измерительном оборудовании;
- работы с данными различных цифровых форматов;
- составления протоколов обмена данными в соответствии с требованиями технического задания.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому уровню – самостоятельно задавать структуру систем управления по заданным технологическим требованиям – соответствует продвинутому уровню. В дополнении к продвинутому уровню – способность рассчитывать параметры регуляторов, синтезировать полную схему системы управления – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине «Цифровые датчики в позиционных и следящих системах» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание



Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 5 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Функциональная схема следящей системы, принцип действия, назначение элементов.
2. Функциональная схема позиционной системы, принцип действия, назначение элементов.
3. Показатели качества регулирования положения в следящей системе.
4. Показатели качества регулирования положения в позиционной системе.
5. Принцип действия обратной связи, регулирование по отклонению и по возмущению.
6. Принцип действия и контроллер тахогенератора.
7. Принцип действия и контроллер сельсина.
8. Принцип действия и контроллер резольвера.
9. Принцип действия синхронно-следящей передачи.
10. Конструктивные исполнения датчиков параметров движения в зависимости от условий использования.
11. Принцип действия и контроллер датчиков тока.
12. Принцип действия и контроллер датчика напряжения.
13. Схемы гальванической развязки силовой цепи и измерительной цепи.
14. Датчик тока, основанный на эффекте Холла, и его характеристики.

15. Использование в измерительных цепях трансформаторов напряжения и трансформаторов тока.
16. Принцип действия и функциональная схема инерциальной системы управления.
17. Принцип действия и конструктивные исполнения инерциальных датчиков.
18. Принцип действия гироскопа.
19. Оборудование инерциальных систем управления и требования к нему.
20. Принцип действия и конструктивные исполнения аналоговых и цифровых инклинометров.
21. Понятие об интерфейсах. Аналоговые и цифровые интерфейсы.
22. Аппаратный уровень интерфейса последовательного асинхронного приёмопередатчика и правила доступа к сети обмена данными.
23. Аппаратный уровень интерфейса CAN и правила доступа к сети обмена данными.
24. Аппаратный уровень интерфейса I2C и правила доступа к сети обмена данными.
25. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу асинхронного последовательного приёмопередатчика.
26. Форматы чисел. Преобразование форматов.
27. Источники измерительных ошибок в инерциальных системах управления.
28. Назначение и математическое описание фильтра Кальмана.
29. Принцип действия и конструктивные исполнения силомоментных датчиков.
30. Использование силомоментных датчиков в системах управления движением.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной  
(примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Способы повышения точности регулирования координат в следящих и позиционных системах.
2. Принцип действия датчика перемещения и временные диаграммы, поясняющие его работу.
3. Влияние обратных связей по скорости и ускорению на динамику следящей системы.
4. Математическое описание следящей системы.
5. Математическое описание позиционной системы.
6. Принцип действия и контроллер абсолютного энкодера.
7. Принцип действия и контроллер инкрементального энкодера.
8. Принцип действия и конструктивные исполнения оптических и магнитных энкодеров.
9. Разрешающая способность дискретных датчиков параметров движения.
10. Способы измерения скорости движения с помощью датчиков положения (угла).
11. Принцип действия и конструктивные исполнения путевых и оконечных выключателей.
12. Схемы логического управления. Управление движением в функции времени.
13. Схемы логического управления. Управление движением в функции пути.
14. Принцип действия и конструктивные исполнения датчиков вибрации.
15. Влияние обратных связей по току и напряжению на динамические свойства системы регулирования.
16. МЭМС-технология.
17. Математическая модель инерциальной системы стабилизации положения.
18. Использование электронного компаса в инерциальной системе стабилизации положения.
19. Устройство МЭМС-гироскопа.
20. Описание работы многоосевой инерциальной системы стабилизации положения.
21. Виды сигналов и их характеристики.

22. Принципы широтно-импульсной модуляции сигналов и частотно-импульсной модуляции сигналов.
23. Кодирование сигналов. Двоичный код, код Грея, двоично-десятичный код.
24. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова.
25. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу CAN.
26. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу I2C.
27. Сопряжение аналоговых и цифровых датчиков с микропроцессорными системами управления. Встроенные модели обработчиков измерительных устройств.
28. Повышение точности инерциальной системы управления с помощью фильтра Кальмана.
29. Контрольная сумма. Принцип вычисления CRC-кода.
30. Структурная схема системы управления с силомоментным датчиком. Задачи управления.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый вопрос в экзаменационном билете относится к лекционному материалу (вопросы 1 – 30). Второй вопрос на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения курсового проекта (вопросы 31 – 60).

1. Функциональная схема следящей системы, принцип действия, назначение элементов.
2. Функциональная схема позиционной системы, принцип действия, назначение элементов.
3. Показатели качества регулирования положения в следящей системе.
4. Показатели качества регулирования положения в позиционной системе.
5. Принцип действия обратной связи, регулирование по отклонению и по возмущению.
6. Способы повышения точности регулирования координат в следящих и позиционных системах.
7. Принцип действия датчика перемещения и временные диаграммы, поясняющие его работу.
8. Влияние обратных связей по скорости и ускорению на динамику следящей системы.
9. Математическое описание следящей системы.
10. Математическое описание позиционной системы.
11. Принцип действия и контроллер тахогенератора.
12. Принцип действия и контроллер сельсина.
13. Принцип действия и контроллер резольвера.
14. Принцип действия синхронно-следающей передачи.
15. Конструктивные исполнения датчиков параметров движения в зависимости от условий использования.
16. Принцип действия и контроллер абсолютного энкодера.
17. Принцип действия и контроллер инкрементального энкодера.
18. Принцип действия и конструктивные исполнения оптических и магнитных энкодеров.
19. Разрешающая способность дискретных датчиков параметров движения.
20. Способы измерения скорости движения с помощью датчиков положения (угла).
21. Принцип действия и контроллер датчиков тока.
22. Принцип действия и контроллер датчика напряжения.
23. Схемы гальванической развязки силовой цепи и измерительной цепи.
24. Датчик тока, основанный на эффекте Холла, и его характеристики.

25. Использование в измерительных цепях трансформаторов напряжения и трансформаторов тока.
26. Принцип действия и конструктивные исполнения путевых и оконечных выключателей.
27. Схемы логического управления. Управление движением в функции времени.
28. Схемы логического управления. Управление движением в функции пути.
29. Принцип действия и конструктивные исполнения датчиков вибрации.
30. Влияние обратных связей по току и напряжению на динамические свойства системы регулирования.
31. Принцип действия и функциональная схема инерциальной системы управления.
32. Принцип действия и конструктивные исполнения инерциальных датчиков.
33. Принцип действия гироскопа.
34. Оборудование инерциальных систем управления и требования к нему.
35. Принцип действия и конструктивные исполнения аналоговых и цифровых инклинометров.
36. МЭМС-технология.
37. Математическая модель инерциальной системы стабилизации положения.
38. Использование электронного компаса в инерциальной системе стабилизации положения.
39. Устройство МЭМС-гироскопа.
40. Описание работы многоосевой инерциальной системы стабилизации положения.
41. Понятие об интерфейсах. Аналоговые и цифровые интерфейсы.
42. Аппаратный уровень интерфейса последовательного асинхронного приёмопередатчика и правила доступа к сети обмена данными.
43. Аппаратный уровень интерфейса CAN и правила доступа к сети обмена данными.
44. Аппаратный уровень интерфейса I2C и правила доступа к сети обмена данными.
45. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу асинхронного последовательного приёмопередатчика.
46. Описание работы многоосевой инерциальной системы стабилизации положения.
47. Виды сигналов и их характеристики.
48. Принципы широтно-импульсной модуляции сигналов и частотно-импульсной модуляции сигналов.
49. Кодирование сигналов. Двоичный код, код Грея, двоично-десятичный код.
50. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова.
51. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу CAN.
52. Источники измерительных ошибок в инерциальных системах управления.
53. Назначение и математическое описание фильтра Кальмана.
54. Принцип действия и конструктивные исполнения силомоментных датчиков.
55. Использование силомоментных датчиков в системах управления движением.
56. Понятие о протоколе обмена данными. Пример протокола обмена данными по интерфейсу I2C.
57. Сопряжение аналоговых и цифровых датчиков с микропроцессорными системами управления. Встроенные модели обработчиков измерительных устройств.
58. Повышение точности инерциальной системы управления с помощью фильтра Кальмана.
59. Контрольная сумма. Принцип вычисления CRC-кода.
60. Структурная схема системы управления с силомоментным датчиком. Задачи управления.

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Цифровые датчики в

позиционных и следящих системах», в которые входят методические рекомендации к практическим занятиям и выполнению заданий на самостоятельную работу.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Симаков, Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе : учебное пособие / Г.М. Симаков, Ю.В. Панкрац. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 211 с. - ISBN 978-5-7782-2210-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228924.

### **б) дополнительная литература**

1. Топильский, В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : учебное издание / В.Б. Топильский. - М. : Техносфера, 2014. - 290 с. : ил., схем., табл. - (Мир электроники). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94836-383-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273796.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.zntc.ru/research/scientific-projects/position-sensors-for-robotics/> Датчики положения для робототехники.
2. <http://nanojam.ru/blog/kakie-byvayut-datchiki-dlya-robotov> Датчики для робототехники.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает 18 часов лекций и 36 часов практических занятий. Изучение курса в семестре завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и



определяет содержание деятельности студентов – решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделывать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **практических** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.



## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Автор

канд. техн. наук, ст. преподаватель

И.С. Полющенко

Зав. кафедрой

канд. техн. наук, доцент

З.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09. 2016 года, протокол № 1.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10