

**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**

**СЕРВОКОНТРОЛЛЕРЫ РОБОТОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ**

---

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 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-7 «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике»;
- ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### Знать:

- Современный уровень электромеханического оборудования (ПК-7);
- Математический аппарат систем управления движением (ПК-7);
- Технические характеристики современной сервотехники (ПК-8);
- Алгоритмы управления следящими и позиционными системами (ПК-8).

### Уметь:

- Использовать математический аппарат для анализа и синтеза следящих и позиционных систем (ПК-7);
- Составлять алгоритмы управления техническими системами (ПК-8).

### Владеть:

- Навыками использования средств моделирования для анализа и синтеза следящих и позиционных систем (ПК-7);
- Навыками разработки прикладных программ для управления техническими объектами (ПК-8).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.4.2 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 «Сервоконтроллеры роботов и манипуляторов» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение.
- Б1.Б.11 Электрические машины.
- Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника.
- Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники.
- Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматизи.
- Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы.
- Б1.В.ОД.9 Теория автоматического управления.
- Б1.В.ОД.10 Силовая электроника.
- Б1.В.ОД.11 Электрический привод.
- Б1.В.ОД.12 Цифровые датчики в позиционных и следящих системах.

- Б1.В.ДВ.2.1 Цифровые системы управления роботами и манипуляторами.
- Б1.В.ДВ.2.2 Преобразовательная техника в робототехнических системах.
- 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.

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

- Б1.В.ДВ.6.1 Электроприводы роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.6.2 Гидро- и пневмоприводы роботов.
- Б1.В.ДВ.7.1 Мехатронные узлы.
- Б1.В.ДВ.7.2 Прочностные расчёты в задачах робототехники.
- 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.ДВ.4.2	
Часов (всего) по учебному плану:	180	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	7 семестр
Зачёт (ЗЕТ, часов) (в объёме часов СРС)	0.25, 9	7 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	30/36, 30
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (срс)	6/36, 6
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету (в объёме часов СРС)	0.25, 9
Всего:	2, 72

#### 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. Назначение и устройство сервоприводов и сервоконтроллеров.	21	4	4	4		9	
2	Тема 2. Регулирование координат сервоприводов.	36	8	8	8		12	
3	Тема 3. Механическое и электромеханическое оборудование сервоприводов.	36	8	8	8		12	
4	Тема 4. Электронное и электротехническое оборудование сервоприводов.	40	10	10	8		12	
5	Тема 5. Программное обеспечение сервоприводов и сервоконтроллеров.	32	6	6	8		12	
6	Дополнительная тема на СРС: 1. Многодвигательные следящие и позиционные электроприводы.	6					6	
7	Зачёт.	9					9	
<b>Всего 180 часов по всем видам учебных занятий</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	

##### Тема 1. Назначение и устройство сервоприводов и сервоконтроллеров.

**Лекция 1.** Применение сервоприводов и сервоконтроллеров в системах управления движением (2 часа).

**Лекция 2.** Конструктивные формы сервоприводов и характеристика оборудования (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Функциональная схема сервопривода и техническая реализация её элементов (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Средства разработки программного обеспечения ПЛК сервоприводов и языки программирования (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Ознакомление с системой разработки программного обеспечения ПЛК сервоприводов (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №1 – 9 часов).

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

##### Тема 2. Регулирование координат сервоприводов.

**Лекция 3.** Математическое описание сервоприводов. Выбор способа регулирования координат (2 часа).

**Лекция 4.** Работа сервопривода в режиме регулирования электромагнитного момента (2 часа).

**Лекция 5.** Работа сервопривода в режиме регулирования скорости (2 часа).

**Лекция 6.** Работа сервопривода в режиме регулирования положения (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Моделирование сервопривода в режиме регулирования электромагнитного момента (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Моделирование сервопривода в режиме регулирования скорости (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Моделирование сервопривода в режиме регулирования положения (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Повышение точности регулирования положения (2 часа).

**Лабораторная работа 2.** Языки низкого уровня программирования ПЛК сервоприводов (4 часа).

**Лабораторная работа 3.** Языки высокого уровня программирования ПЛК сервоприводов (4 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №2 – 12 часов).

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

### **Тема 3. Механическое и электромеханическое оборудование сервоприводов.**

**Лекция 7.** Сервоприводы на базе шаговых двигателей (2 часа).

**Лекция 8.** Сервоприводы на базе бесколлекторных двигателей постоянного тока (2 часа).

**Лекция 9.** Сервоприводы на базе синхронных вентильных двигателей (2 часа).

**Лекция 10.** Кинематические передачи сервоприводов (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Управление шаговыми двигателями (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Управление бесколлекторными двигателями постоянного тока (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Управление синхронными вентильными двигателями (2 часа).

**Практическое занятие 10.** Конструкции кинематических передач (2 часа).

**Лабораторная работа 4.** Объектно-ориентированные языки программирования ПЛК сервоприводов (4 часа).

**Лабораторная работа 5.** Логическое управление сервоприводом (4 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №3 – 12 часов).

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

### **Тема 4. Электронное и электротехническое оборудование сервоприводов.**

**Лекция 11.** Схема микропроцессорной системы управления сервопривода (2 часа).

**Лекция 12.** Датчики электрических и механических величин (2 часа).

**Лекция 13.** Интерфейсы сервоконтроллеров (2 часа).

**Лекция 14.** Протоколы обмена данными (2 часа).

**Лекция 15.** Передача информации по цифровым интерфейсам (2 часа).

**Практическое занятие 11.** Обзор современной микропроцессорной техники и средств разработки программного обеспечения (2 часа).

**Практическое занятие 12.** Ввод и вывод цифровой информации (2 часа).

**Практическое занятие 13.** Принципиальная схема силового преобразователя вентильного сервопривода (2 часа).

**Практическое занятие 14.** Принципиальная схема узлов сопряжения сервоконтроллеров с периферийными устройствами (2 часа).

**Практическое занятие 15.** Принципиальные схемы цепей управления сервоприводов (2 часа).

**Лабораторная работа 6.** Программное управление сервоприводом (4 часа).

**Лабораторная работа 7.** Интерактивное управление сервоприводом (4 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №4 – 12 часов).

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

## **Тема 5. Программное обеспечение сервоприводов и сервоконтроллеров.**

**Лекция 16.** Блок-схема программного обеспечения сервопривода (2 часа).

**Лекция 17.** Обзор программного обеспечения для управления сервоприводами (2 часа).

**Лекция 18.** Обзор серийных сервоприводов и средств отладки и проектирования (2 часа).

**Практическое занятие 16.** Примеры программного обеспечения для функционирования элементов и узлов сервоприводов (2 часа).

**Практическое занятие 17.** Защиты и блокировки сервоприводов и сервоконтроллеров (2 часа).

**Практическое занятие 18.** Адаптивное управление сервоприводами (2 часа).

**Лабораторная работа 8.** Управление многосвязным техническим объектом (4 часа).

**Лабораторная работа 9.** Оптимизация управления техническим объектом (4 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к защите лабораторных работ (всего к теме №5 – 12 часов).

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

### **Дополнительная тема на СРС.**

1. Многодвигательные следящие и позиционные электроприводы.

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

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

Лабораторные работы (в количестве 36 часов) – бригадный метод выполнения работ.

На практических занятиях (36 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров регуляторов и контуров регулирования, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации модели).

### **Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом № 21-23 от 14.05.2012 г.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработано:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания к лабораторным работам;
- 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-7, 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-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовому проекту. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсового проекта, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание  
**знания** обучающимся:

- современного уровня электромеханического оборудования;
- математического аппарата систем управления движением.

наличия **умения**:

- использовать математический аппарат для анализа и синтеза следящих и позиционных систем.

присутствие **навыка**:

- использования средств моделирования для анализа и синтеза следящих и позиционных систем.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих **лабораторных работ** (Приложение к РПД) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Языки МЭК. Проблема программирования ПЛК.
2. Язык линейных инструкций. Примеры использования.
3. Язык структурированного текста. Примеры использования.
4. Язык релейных диаграмм. Пример использования.
5. Язык последовательных функциональных схем. Примеры использования.
6. Охарактеризовать виды адресации данных.
7. Структура программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
8. Параллельные и альтернативные ветви программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
9. Механизм управления действием (язык SFC).
10. Состав и устройство сервоконтроллера.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» 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.

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 лабораторным работам, практическим занятиям, курсовому проекту. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсового проекта, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание  
**знания** обучающимися:

- технических характеристик современной сервотехники;
- алгоритмов управления следящими и позиционными системами.

наличие **умения**:



- составлять алгоритмы управления техническими системами.

присутствие **навыка:**

- разработки прикладных программ для управления техническими объектами.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих **лабораторных работ** (Приложение к РПД) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Описать виды датчиков, используемых в сервоприводах.
2. Описать принципы регулирования положения в режиме позиционирования.
3. Описать виды цифровых интерфейсов, используемых в сервоприводах.
4. Пример блок-схем алгоритма логического управления.
5. Задачи управления сервоприводами.
6. Описать алгоритм и задачи управления шаговым сервоприводом.
7. Описать алгоритм и задачи управления вентильным сервоприводом.
8. Описать принцип электромеханической редукции.
9. Описать решение задачи точного позиционирования.
10. Указать отличия позиционирования и слежения.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

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 зачёт, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачёт по дисциплине «Сервоприводы роботов и манипуляторов» 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 пробелы 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 зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 7 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, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Назначение и области применения сервоприводов и сервоконтроллеров.
2. Конструктивные исполнения сервоконтроллеров. Примеры серийных сервоконтроллеров.
3. Функциональная схема сервопривода и техническая реализация её элементов.
4. Режимы работы сервоприводов.
5. Работа сервопривода в режиме регулирования электромагнитного момента.
6. Работа сервопривода в режиме регулирования скорости.

7. Работа сервопривода в режиме слежения.
8. Работа сервопривода в режиме позиционирования.
9. Сервопривод с последовательной коррекцией, его преимущества и недостатки.
10. Сервопривод с параллельной коррекцией, его преимущества и недостатки.
11. Повышение точности регулирования координат сервопривода.
12. Устойчивость при регулировании координат.
13. Принцип работы ШВП, сравнение с другими кинематическими передачами.
14. Принцип работы планетарного редуктора, сравнение с другими кинематическими передачами.
15. Принцип работы червячного редуктора, сравнение с другими кинематическими передачами.
16. Принципы и задачи управления шаговыми двигателями.
17. Принципы и задачи управления синхронными вентильными двигателями.
18. Принципы и задачи управления бесколлекторными двигателями постоянного тока.
19. Блок-схема программного обеспечения сервопривода.
20. Функциональная схема микропроцессорной системы управления сервопривода.
21. Цифровые интерфейсы сервоконтроллеров.
22. Протоколы обмена данными по цифровым интерфейсам.
23. Примеры современной микропроцессорной техники для управления сервоприводами.
24. Примеры современных сервоприводов.
25. Блок-схема логического управления сервоприводом.

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

1. Схема силового преобразователя шагового сервопривода.
2. Схема силового преобразователя вентильного сервопривода.
3. Схема силового преобразователя сервопривода с бесколлекторным двигателем постоянного тока.
4. Регулирование электромагнитного момента вентильного электрического двигателя.
5. Использование ПЛК для управления сервоприводами.
6. Языки МЭК. Проблема программирования ПЛК.
7. Язык линейных инструкций. Примеры использования.
8. Язык структурированного текста. Примеры использования.
9. Язык релейных диаграмм. Пример использования.
10. Язык последовательных функциональных схем. Примеры использования.
11. Виды адресации данных.
12. Структура программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
13. Шаговый электропривод с электрическим дроблением шага.
14. Точностные показатели сервоприводов.
15. Двухконтурная схема следящего электропривода.
16. Трёхконтурная схема следящего электропривода.
17. Измерение перемещения с использованием цифровых датчиков.
18. Принцип работы ПИД-регулятора.
19. Функционал программного обеспечения для управления сервоприводами.
20. Задачи управления сервоприводами распределённой технической системы.
21. Пример протокола обмена данными по шине CAN.
22. Защиты и блокировки сервоприводов.

23. Принципиальные схемы цепей сопряжения сервоприводов с периферийными устройствами.
24. Принципиальные схемы цепей управления сервопривода.
25. Принципы адаптивного управления сервоприводами.

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

Первый вопрос в экзаменационном билете относится к лекционному материалу (вопросы 1 – 25). Второй вопрос на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения курсового проекта (вопросы 26 – 50).

1. Назначение и области применения сервоприводов и сервоконтроллеров.
2. Конструктивные исполнения сервоконтроллеров. Примеры серийных сервоконтроллеров.
3. Функциональная схема сервопривода и техническая реализация её элементов.
4. Режимы работы сервоприводов.
5. Работа сервопривода в режиме регулирования электромагнитного момента.
6. Работа сервопривода в режиме регулирования скорости.
7. Работа сервопривода в режиме слежения.
8. Работа сервопривода в режиме позиционирования.
9. Сервопривод с последовательной коррекцией, его преимущества и недостатки.
10. Сервопривод с параллельной коррекцией, его преимущества и недостатки.
11. Повышение точности регулирования координат сервопривода.
12. Устойчивость при регулировании координат.
13. Принцип работы ШВП, сравнение с другими кинематическими передачами.
14. Принцип работы планетарного редуктора, сравнение с другими кинематическими передачами.
15. Принцип работы червячного редуктора, сравнение с другими кинематическими передачами.
16. Принципы и задачи управления шаговыми двигателями.
17. Принципы и задачи управления синхронными вентильными двигателями.
18. Принципы и задачи управления бесколлекторными двигателями постоянного тока.
19. Блок-схема программного обеспечения сервопривода.
20. Функциональная схема микропроцессорной системы управления сервопривода.
21. Цифровые интерфейсы сервоконтроллеров.
22. Протоколы обмена данными по цифровым интерфейсам.
23. Примеры современной микропроцессорной техники для управления сервоприводами.
24. Примеры современных сервоприводов.
25. Блок-схема логического управления сервоприводом.
26. Схема силового преобразователя шагового сервопривода.
27. Схема силового преобразователя вентильного сервопривода.
28. Схема силового преобразователя сервопривода с бесколлекторным двигателем постоянного тока.
29. Регулирование электромагнитного момента вентильного электрического двигателя.
30. Использование ПЛК для управления сервоприводами.
31. Языки МЭК. Проблема программирования ПЛК.
32. Язык линейных инструкций. Примеры использования.
33. Язык структурированного текста. Примеры использования.
34. Язык релейных диаграмм. Пример использования.
35. Язык последовательных функциональных схем. Примеры использования.

36. Виды адресации данных.
37. Структура программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
38. Шаговый электропривод с электрическим дроблением шага.
39. Точностные показатели сервоприводов.
40. Двухконтурная схема следящего электропривода.
41. Трёхконтурная схема следящего электропривода.
42. Измерение перемещения с использованием цифровых датчиков.
43. Принцип работы ПИД-регулятора.
44. Функционал программного обеспечения для управления сервоприводами.
45. Задачи управления сервоприводами распределённой технической системы.
46. Пример протокола обмена данными по шине CAN.
47. Защиты и блокировки сервоприводов.
48. Принципиальные схемы цепей сопряжения сервоприводов с периферийными устройствами.
49. Принципиальные схемы цепей управления сервопривода.
50. Принципы адаптивного управления сервоприводами.

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Сервоприводы роботов и манипуляторов», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ и заданий на самостоятельную работу.

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

### **а) основная литература**

1. Герасимов, А.В. Программируемые логические контроллеры : учебное пособие / А.В. Герасимов, И.Н. Терюшов, А.С. Титовцев ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2008. - 169 с. : ил.,табл., схем. - ISBN 978-5-7882-0569-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258921.

### **б) дополнительная литература**

1. Сулимов, Ю.И. Электронные промышленные устройства : учебное пособие / Ю.И. Сулимов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 125 с. - ISBN 978-5-4332-0075-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208671.

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

1. <http://robozone.su/mrc28/32-modul-servokontrollera-ssc-32-otkrytyjj.html>
2. <http://kranigruz.ru/vidy-kmu/robot-manipulyator>

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

Дисциплина предусматривает 36 часов лекций, 36 часов практических занятий и 9 лабораторных работ с двумя часами на защиту. Изучение курса в семестре завершается зачётом.



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 сделать 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.



**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью – подтверждением теоретических положений – в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

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.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование систем разработки и отладки программного обеспечения ПЛК.

## 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).

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории, оснащенной персональными компьютерами с установленными на них средствами разработки программного обеспечения ПЛК.

Автор

канд. техн. наук, ст. преподаватель

И.С. Полющенко

Зав. кафедрой

канд. техн. наук, доцент

В.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- лиро- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10