

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Дарьенков А.Б.
подпись ФИО

“30” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.11 Системы программного управления

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 252/7
часов/з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Мельников В.Л., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 06.04.2023 г № 16

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «19» июня 2023 г № 3
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «23» июня 2023 г. № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-П-32
Начальник МО _____

1. Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	15
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.	18
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	18
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	22
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	23
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	23
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов построения, схемотехники аппаратной части и архитектуры программного обеспечения систем программного управления техническими объектами.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Разработка систем программного управления электроавтоматикой промышленных объектов.
- Проектирование станочных систем ЧПУ с использованием дискретных и следящих электроприводов подачи;
- Разработка следящих электроприводов постоянного и переменного тока;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Системы программного управления» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.11. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Системы программного управления» являются «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теория автоматического управления», «Электрические и электронные аппараты», «Силовая электроника», «Электрический привод», «Микропроцессорные системы», «Физические основы электроники», «Основы схемотехники», «Основы электротехнологий», «Системы управления электромеханическими объектами», «Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов», «Системы управления электроприводов», «Элементы систем автоматики», «Схемотехника», «Моделирование электромеханических систем», «Компьютерное моделирование электромеханических систем», «Основы проектирования систем автоматики», «САПР».

Рабочая программа дисциплины «Системы программного управления» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Метрология, стандартизация и сертификация ПКС1</i>		×								
<i>Теория автоматического управления ПКС3</i>			×							
<i>Электрические и элек-</i>			×							

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тронные аппараты ПКС3,4										
Силовая электроника ПКС1,4				×						
Электрический привод ПКС1,3,4				×						
Микропроцессорные системы ПУКС3,4									×	
Физические основы электроники ПКС1				×						
Основы схемотехники ПКС1, 4						×				
Системы программного управления ПКС1,3,4										×
Основы электротехнологии ПКС4				×						
Системы управления электромеханическими объектами ПКС3, 4								×		
Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов ПКС1, 3, 4									×	
Системы управления электроприводов ПКС1, 3									×	
Элементы систем автоматики ПКС1, 4								×		
Схемотехника ПКС1, 4								×		
Моделирование электромеханических систем ПКС1.										×
Компьютерное моделирование электромеханических систем ПКС1.										×
Основы проектирования систем автоматики ПКС3, 4.									×	
САПР ПКС3, 4									×	
Ознакомительная практика ПКС1				×						
Проектная практика ПКС3, 4								×		
Преддипломная практика ПКС1, 3, 4										×
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС1, 3, 4										×

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.1. Способен определить цели и условия проведения эксперимента	Знать: - технологические особенности исследуемых объектов электрооборудования (ИПКС-1.1)	Уметь: - подготавливать проведение типовых экспериментальных исследований (ИПКС-1.1)	Владеть: - методами обработки результатов экспериментов (ИПКС-1.1) - началами анализа экспериментальных данных (ИПКС-1.1) - навыками использования стандартных приёмов для обоснованного выбора средств программного управления (ИПКС-3.2) - навыками использования стандартных приёмов для получения логических уравнений, описывающих алгоритм работы объекта	Тестирование в системе E-learning. (50 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (40вопросов)
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	- характеристики средств электроизмерений по точности измерений и разбросу показаний (ИПКС-1.1) - условные графические обозначения электротехнических элементов (ИПКС-3.2) - требования единой системы конструкторской документации (ИПКС-3.2) - стандартные режимы работы систем программного управления	- выполнять типовые экспериментальные исследования (ИПКС-1.1) - осуществлять сбор исходных данных для расчёта и проектирования систем программного управления (ИПКС-3.1) - определять состав системы программного управления в соответствии с техническим заданием (ИПКС-3.2)		Тестирование в системе E-learning. (50 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (40вопросов)

ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	(ИПКС-3.1, ИПКС-4.1) - способы воздействия на режимы работы промышленным оборудованием применением систем программного управления (ИПКС-4.2)	- представлять режимы работы промышленных объектов в виде циклограмм и логических уравнений (ИПКС-4.1) - производить анализ динамических режимов промышленных объектов (ИПКС-4.2)	(ИПКС-3.1) - навыками реализации заданных режимов технологического процесса за счёт применения средств программного управления (ИПКС-4.2) - навыками использования прикладных компьютерных программ для проектирования системы программного управления промышленным оборудованием (ИПКС-4.1)	Тестирование в системе E-learning. (50 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (40вопросов)
---	--	---	--	--	---	---

Трудовая функция: В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок;

Трудовые умения:

- применять нормативную документацию в соответствующей области знаний;

Трудовые знания:

- актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний;

- методы и средства планирования и организации исследований и разработок.

Трудовая функция: В/02.6 Подготовка текстовой и графической частей эскизного и технического проектов системы электропривода

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- формирование принципиальных решений системы электропривода;
- разработка документации эскизного проекта системы электропривода;
- формирование основных решений автоматизированного электропривода;
- разработка текстовой и графической части документации технического проекта системы электропривода;

Трудовые умения:

- выбирать алгоритмы и способы работы в САПР и программе для выполнения графических и текстовых разделов проекта системы электропривода;
- определять требования к системе электропривода на основе предварительной проработки и анализа различных вариантов;
- определять основные технические решения автоматизированного электропривода;
- выбирать способы и алгоритм разработки проектной документации системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

Трудовые знания:

- система условных обозначений в проектировании;
- правила устройства электроустановок;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правила применения САПР для оформления разделов проектной документации системы электропривода;

Трудовая функция: В/01.6 Предпроектное обследование оборудования и подготовка технико- экономического обоснования создания системы электропривода

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- выработка исходных технических требований к системе электропривода;
- выполнение технико-экономических расчетов, необходимых для проектирования системы электропривода;

Трудовые умения:

- определять необходимые исходные данные для проведения обследования и подготовки обоснования создания системы электропривода;
- оценивать характеристики и параметры работы оборудования в различных режимах;

Трудовые знания:

- состав комплекса технических средств для автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- классификация электроприводов и основные требования к ним;
- правила устройства электроустановок;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач. ед. 252 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 10
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	252
1. Контактная работа:	60	60
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	54	54
занятия лекционного типа (Л)	18	18
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	18	18
лабораторные работы (ЛР)	18	18
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	183	183
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	183	183
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
10 семестр										
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 1. Истории развития, классификация, современное состояние СПУ									
	Тема 1.1. Введение Область применения систем программного управления. Роботизированные технологические комплексы и гибкие автоматизированные производства	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.			
	Тема 1.2 Классификация систем программного управления (СПУ), основные характеристики, современное состояние и перспективы развития СПУ	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3]	Публичная презентация проекта.			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 2.Требования к электроприводам многооперационных станков.									
	Тема 2.1 Станок в системе программного управления. Многооперационные станки. Накопители и устройства смены инструмента.	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3]	Публичная презентация проекта.			
	Лабораторная работа №6. Управление поиском инструмента в инструментальном магазине станка с ЧПУ		3		9	Подготовка к лабораторным работам [7.4.1],				

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
	Тема 2.2 Требования к электропри- водам подачи и главного движения. Кинематика привода подачи.	1		1	9	6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 2.3 Структура системы ЧПУ класса NC. Назначение и функции основных блоков. .	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 2.4 Технологическое про- граммирование. Кодирование гео- метрической и технологической информации. Основные коды, ад- ресное программирование, структу- ра технологической программы.	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.	1	
	Лабораторная работа №1. Микро- процессорная система ЧПУ NC210. Ч.1. Составление и отладка управ- ляющих технологических программ		3		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1],			
ПКС-3	Раздел 3. Исполнительные электроприводы подачи систем ЧПУ.								
ИПКС-3.1,3.2	Тема 3.1 Дискретными электропри- водами подачи. Принцип действия, основные характеристики и кон- струкция шаговых двигателей. Структура шагового привода, по- строение коммутатора фаз и усили- телей мощности.	2		2	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.	1	
	Лабораторная работа №11.1. Программируемые логические кон- троллеры Unitronics серии Vision в системах промышленной автома-		4		9	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1],			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
ПКС-4 ИПКС-4.1,4.2	тики. Часть 1. Решение задач позиционирования и дозированных перемещений								
	Тема 3.2 Следящие электроприводы подачи. Виды и сравнительные характеристики следящих электроприводов. Способы сопряжения с устройством ЧПУ. Построение канала управления и кала обратной связи. Измерительные преобразователи перемещений	2		2	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.	1	
	Лабораторная работа №11.3. Программируемые логические контроллеры Unitronics серии Vision в системах промышленной автоматики. Часть 3. Организация информационного взаимодействия с технологическими объектами по протоколу MODBUS.		4		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1],			
	Тема 3.3 Структурная схема контура положения. Расчёт регулятора положения. Компенсация скоростной ошибки	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.	1	
	Раздел 4. Микропроцессорные системы ЧПУ.								
	Тема 4.1. Структуры микропроцессорных систем. Организация внутреннего и внешнего интерфейсов. Каналы связи устройства ЧПУ с объектом,	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная пре- зентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 4.2. Канал дискретных входов выходов. Внешние модули индикации входов и релейной коммутации выходов. Примеры схемотехники.	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.3. Канал управления электроприводами подачи. Варианты построения. Канал с аналоговым заданием скорости, примеры построения ЦАП	1		1	6	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа №8. Удаленное управление электроприводом с использованием операторской панели Magelis и информационной сети Ethernet		4		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1],			
	Тема 4.4. Канал обратной связи. Варианты построения. Импульсный преобразователь перемещений-инкрементный энкодер. Вращающийся трансформатор. Режимы работы, обработка сигналов.	2		2	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.5. Работа СЧПУ в режиме реального времени. Быстрые и медленные задачи. Структура таймерного цикла.	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.6. Кодовая интерполяция. Общий алгоритм интерполяции. Основные соотношения при линейной и круговой интерполяции. Интерполяция сплайнами.	1		1	9	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	18	18	18	183				
	ИТОГО по дисциплине	18	18	18	183				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nttu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nttu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348

.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.1. Способен определить цели и условия проведения эксперимента	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Неспособен определить цели и условия проведения эксперимента, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания о методике проведения, целях и задачах исследований. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов экспериментальных исследований	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Неспособен проводить сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Фрагментарные, поверхностные знания о методике проектировании объектов профессиональной деятельности. Допускает отдельные ошибки при оформлении типовой технической документации	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Неспособен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Фрагментарные, поверхностные знания о методике проектировании объектов профессиональной деятельности. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
--	---	---	---	---	--

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1 **Мельников В.Л.** Курс лекций «Системы программного управления». Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Системы программного управления.](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348)
https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348

6.1.2 **Гусев, Н. В.** Системы цифрового управления многокоординатными следящими электроприводами: учеб. пособие / Н.В. Гусев, В.Г. Букреев. - Томск.: Изд-во ТПУ, 2010. – 213 с..

6.1.3 **Чернов Е.А.** Управление подачей металлорежущих станков: учеб. пособие / Чернов Е.А., Филатов И.Н., Мельников В.Л. -Н.Новгород: Изд-во НГТУ, 2019. - 265 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

6.2.1. **Чернов Е.А.** Электроавтоматика металлорежущих станков: Монография в трёх томах: Е.А.Чернов. – Москва Вологда: Инфра – Инженерия, 2021

6.2.2. **Ловыгин, А. А.** Современный станок с ЧПУ с CAD/CAM – система / А.А. Ловыгин, Л.В. Теверовский. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.

6.2.3. Устройство ЧПУ «NC210». Руководство программиста ТС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=82>

6.2.4. Устройство ЧПУ «NC210». Руководство по характеристизации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=82>

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)

6.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрические машины» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Uniti Pro XL 8.0 Schneider Electric (21151906366)	1. Zelio Soft Schneider Electric 2. SoMove 2.1 Schneider Electric 3. Twido Suite Schneider Electric 4. Visi Logic Klinkmann 5. MasterSCADA ИнСАТ 6. P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ
---	---	--

		из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1134 Лаборатория «Систем программного управления»	1. Мультимедийный проектор Ассе 2. Лабораторный стенд "Станок с устройством ЧПУ NC210" - 1шт. 3. Лабораторный стенд «Управление электроприводом главного движения станка с ЧПУ» - 1шт. 4. Лабораторный стенд «Управление поиском инструмента винструментальном магазине станка с ЧПУ» -1шт 5. Лабораторные стенды "Промышленная автоматика Schneider Electric"-9шт. 5. Лабораторные стенды "Промышленная автоматика Unitronics "-2шт 6. ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт..	1. Uniti Pro XL 8.0 Schneider Electric (Лицензия № 21151906366) 2. Windows XP, Prof, S/P3, 7, 10 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22
2	Ауд. 1247 Аудитория для лекционного цикла	Проектор Epson– 1шт ПКнабазеIntelCoreDuo2ГГц, 2 ГбОЗУ, 320 ГбHDD, мониторSamsung 17` – 1шт	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972);
3	Ауд. 1253 Лаборатория	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор 3. Ноутбук с выходом на Epson EMP-S52, Pentium G3220/4 Gb RAM/HDD 600 4. Лабораторные стенды "Средства автоматизации Mitsubishi Electric" -2шт	1. Windows XP, Prof, S/P3, 7 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22 4. MELSOFT MITSUBISHI ELECTRIC (027-847398382) 5. GT14-VNCSKEY MITSUBISHI ELECTRIC (072-0844-1436) 6. GT14-VNCSKEY MITSUBISHI ELECTRIC (072-0844-3436)
4	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- выполнение курсового проекта;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Системы программного управления..](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348)
https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1348

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Требования к многооперационным станкам с ЧПУ, виды накопителей инструмента.
2. Особенности работы ЭП главного движения и ЭП подачи кинематика ЭП подачи
3. Классификация СЧПУ по способу задания программы, системы с аналоговым заданием.
4. Цикловые системы программного управления, пример построения.
5. Классификация СЧПУ по способу реализации алгоритма, по количеству потоков информации, виду движения рабочего органа.
6. Структура СЧПУ класса NC, назначение основных блоков
7. Ввод УП с клавиатуры.
8. Кодирование информации управляющей технологической программы в СЧПУ.

9. Интерполяторы СЧПУ , алгоритм линейной интерполяции по методу оценочной функции.
10. Дискретный ЭП подачи. Конструкция, принцип действия индукторно- реактивного ШД
11. Статическая и динамическая характеристики ШД, шаговый и полшаговый режимы ШД при $m=3; 4; 6$
12. Система управления ШД, построение коммутатора фаз.
13. Усилители мощности для питания униполярного ШД
14. Схема управления 4-фазным ШД.
15. Управление биполярным ШД.
16. Виды следящего ЭП подачи, виды измерительных преобразователей и способы их установки
17. Функциональная схема импульсно следящей СЧПУ.
18. Назначение устройства синхронизации, схема БС
19. ЦАП на основе матрицы R-2R.
20. ЦАП смещённого кода.
21. Устройство и принцип работы электрического фото-импульсного преобразователя перемещений.
22. Обработка сигналов энкодера, формирование импульсов направления.
23. Структурная схема контура положения следящего ЭП подачи
24. Расчёт динамической ошибки, определение разрядности счётчика и ЦАП
25. Конструкция и режимы работы ВТ, резольвера
26. Блок запитки статорных обмоток ВТ на основе делителя на 200 с промежуточными выходами.
27. Связь МП УЧПУ с объектом управления. Канал дискретных входов/выходов
28. Связь МП УЧПУ с объектом управления. Канал управления следящими электроприводами подачи
29. Восьми канальный 14-ти разрядный ЦАП, работающий в режиме мультиплексирования (поочерёдного обслуживания каналов).
30. Построение канала ОС с использованием импульсного датчика перемещений.
31. Построение канала обратной связи с датчиком трансформаторного типа.
- Блок запитки статорных обмоток резольвера
32. Определения дробной части поворота фазы резольвера.
33. Узел определения числа полных оборотов фазы резольвера.
34. Работа МП СЧПУ в режиме реального времени.
35. Алгоритм кодовой интерполяция.