

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01  
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**  
*(наименование дисциплины)*

по направлению подготовки (специальности)

15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)/специализация

ЦИФРОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 6 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Зачет с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	8	8
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	183,75	183,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры ОиТМП, доцент, к.т.н., Гуляев В.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Срок действия рабочей программы дисциплины до « 30 » августа 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

---

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2022г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – приобретение комплекса специальных знаний об современном автоматизированном электроприводе типовых механизмов как основе исполнительской части современных автоматизированных станочных систем и технологических комплексов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Расчет и конструирование оборудования с компьютерным управлением».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: подготовка и защита магистерской диссертации.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2. Способен разрабатывать конструкторско-технологическую документацию по автоматизации и механизации технологических операций механосборочных производств	ПК-2.1. Анализирует средства технологического оснащения, средства измерения, приемы и методы работы, применяемые при выполнении технологической операции ПК-2.2. Обрабатывает и анализирует результаты измерения затрат времени, определяет узкие места технологических операций ПК-2.3. Разрабатывает предложения по автоматизации и механизации технологических операций	Знать: - историю развития и становления автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования; - основные мировые тенденции в области развития автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования; - содержание этапов проектирования автоматизированного электропривода; - технологии определения качественных показателей работы электропривода в производственных условиях; - принципы управления электроприводами и способы их регулирования; - классификацию автоматизированных приводов, их особенности, технические возможности, области рационального применения и методику расчета их важнейших характеристик.
		Уметь:

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		<p>- пользоваться научно-технической, нормативной и справочной литературой, а также специализированными интернет источниками в области разработки и проектирования автоматизированного электропривода;</p> <p>- составлять техническое задание на проектирование автоматизированного электропривода;</p> <p>- уметь подбирать целесообразный тип привода для конкретного оборудования и рассчитывать его характеристики, составлять схемы автоматизированного управления приводом для выполнения различных функций.</p> <p>Владеть:</p> <p>- навыками сравнительного анализа различных типов современного автоматизированного электропривода по технико-экономическим и потребительским характеристикам;</p> <p>- методиками выбора комплектных приводов на основании предъявляемых требований</p> <p>- методиками анализа работы автоматизированных электроприводов;</p> <p>- владеть информационными технологиями при проектировании автоматизированных электроприводов</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1 Введение. Основы автоматизированного электропривода	Лек.	Понятие автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Ср.	Понятие автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования	3	11			Вопросы к зачету
	Лек.	Механика электропривода. Уравнение движения электропривода	3	1	-	2	Вопросы к зачету
	Пр.	Механика электропривода. Уравнение движения электропривода	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Механика электропривода. Уравнение движения электропривода	3	11			
	Лек.	Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Пр.	Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме	3	11			Вопросы к зачету
Раздел 2 Типы электроприводов	Лек.	Типы электродвигателей для электроприводов	3	1	-	2	Вопросы к зачету
	Ср.	Типы электродвигателей для электроприводов	3	11			Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Пр.	Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей	3	11			Вопросы к зачету
	Лек.	Искусственные характеристики асинхронных двигателей	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Пр.	Искусственные характеристики асинхронных двигателей	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Искусственные характеристики асинхронных двигателей	3	11			Вопросы к зачету
	Лек.	Режимы работы электродвигателей	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Пр.	Режимы работы электродвигателей	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Режимы работы электродвигателей	3	11			Вопросы к зачету
	Лек.	Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы	3	1	-	2	Вопросы к зачету
	Ср.	Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы	3	11			Вопросы к зачету
	Пр.	Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы	3	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Лек.	Динамика электропривода	3	1	-	2	Вопросы к зачету
	Ср.	Динамика электропривода	3	11			Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 3 Системы управления электроприводами	Лаб.	Динамика электропривода	3	4	-	-	Отчет в электронном виде
	Лек.	Регулирование координат электропривода	3	1	-	2	Вопросы к зачету
	Лаб.	Регулирование координат электропривода	3	4	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	Регулирование координат электропривода	3	11			Вопросы к зачету
	Лек.	Переходные процессы в электроприводе	3	0,5	-	2	Вопросы к зачету
	Ср.	Переходные процессы в электроприводе	3	13,75			Вопросы к зачету
	Пр.	Переходные процессы в электроприводе	3	4	-	-	Отчет в электронном виде
	ПА		3	0,25			
Итого:				216			

## **5. Образовательные технологии**

Для проведения практико-ориентированных лекций используется сочетание традиционных методов обучения с интерактивными технологиями. Активизация деятельности студентов на лекции достигается во время проведения проблемных и дискуссионных лекций.

Для эффективного изучения дисциплины и реализации компетентностного подхода используются технология традиционного обучения (лекции, практические и лабораторные работы, самостоятельная работа)

### **Раздел 1. Введение. Основы автоматизированного электропривода**

Студентам представляются общие сведения об электроприводах машиностроительного оборудования. Освещаются основные мировые тенденции в области развития автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования. Форма обучения – лекция.

### **Раздел 2. Классификация и основные типы электроприводов**

В ходе лекции рассматриваются вопросы применения различных типов электроприводов, приводится классификация электропривода, его технические характеристики. Изучаются различного типа электродвигатели, их режимы работы и основные характеристики. Форма обучения – лекция. Форма контроля – практические работы

### **Раздел 3. Системы управления электроприводами**

Рассматриваются основные принципы управления электроприводами и способы их регулирования. Форма обучения – лекция. Форма контроля – практические и лабораторные работы.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Ившин В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 402 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012096-6.

2. Чернышев А. Ю. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев ; Томский политехнический университет. - 2-е изд. - Томск : ТПУ, 2015. - 210 с. - ISBN 978-5-4387-0556-7.

3. Епифанов А. П. Электропривод [Электронный ресурс] : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский ; под ред. А. П. Епифанова. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 400 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1234-1.

4. Никитенко Г. В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. В. Никитенко. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1468-0.

5. Аксёнов М. И. Моделирование электропривода [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. И. Аксёнов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 135 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009650-6.

6. Левашкин, Д.Г. Руководство оператора системы ЧПУ «Интеграл»: учебно-методическое пособие по работе с токарной группой станков / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 50 с.

7. Левашкин, Д.Г. Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно-методическое пособие / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 107 с.



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-2	Практические работы №№ 1-4 Вопросы к зачету № 1-30
3	ПК-2	Практические работы №№ 5-8 Вопросы к зачету № 31-60
3	ПК-2	Практические работы №№ 9-10 Лабораторные работы №№ 1-2 Вопросы к зачету № 61-86

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Комплект практических работ (наименование оценочного средства)

**Практическая работа № 1 Тема: «Приведение моментов инерции и масс к валу двигателя»**

**1. Цель занятия:** Приведение моментов инерции и масс к валу двигателя

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.
2. Заполнить матрицу структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1 - Бланк выполнения задания №1.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих видов механических характеристик	1. 2. ....
Определение установившегося режима	1. 2. ....
Определение стоящих перед пожарной охраной задач	1. 2. ....
Определение статической устойчивости	1. 2. ....
Выявите разницу понятий Регулирование и изменение скорости привода	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 2 Тема: «Приведение моментов и усилий к валу двигателя»**

**1. Цель занятия:** Приведение моментов и усилий к валу двигателя

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.
2. Заполнить матрицу структуры представления о приведении моментов и усилий к валу двигателя таблица 2 - Бланк выполнения задания №2.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов и усилий к валу двигателя и ее задачах таблица 1.2 - Бланк выполнения задания №2.

Таблица 1.2 – Структура представления о приведении моментов и усилий к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение кинематической схемы эл. привода	1. 2. ....
Определение момента инерции простейшей системы эл. привода	1. 2. ....
Определение баланса кинетической энергии	1. 2. ....
Определение статической устойчивости	1. 2. ....
Выполните приведение жесткостей упругих элементов привода при условии сохранения неизменной величины потенциальной энергии выходного вала (исполнительного звена станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....
Определите структуру одномассовой, жесткой, многомассовой систем привода (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 3 Тема: «Расчет механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя»**

**1. Цель занятия:** Расчет механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.
2. Заполнить матрицу структуры представления о расчетах механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя таблица 1.3 - Бланк выполнения задания №3.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о расчетах механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя таблица 1.3 - Бланк выполнения задания №3.

Таблица 1.3 – Структура представления о расчетах механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение электромеханической характеристики	1. 2. ....
Определение механической характеристики асинхронного двигателя уравнения	1. 2. ....
Определение коэффициента, учитывающего отношение сопротивления обмотки статора к приведенному сопротивлению ротора	1. 2. ....
Определение кинематического скольжения привода	1. 2. ....
Определите по паспортным данным привода ее естественную характеристику (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 4 Тема:** «Расчет реостатных характеристик. Расчет частотных характеристик»

**1. Цель занятия:** Расчет реостатных характеристик. Расчет частотных характеристик

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. Заполнить матрицу структуры представления о расчетах реостатных характеристик и расчетах частотных характеристик таблица 1.4 - Бланк выполнения задания №4.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о расчетах реостатных характеристик и расчетах частотных характеристик таблица 1.4 - Бланк выполнения задания №4.

Таблица 1.4 – Структура представления о расчетах реостатных характеристик и расчетах частотных характеристик

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение частотных характеристик кинематической цепи привода	1. 2. ....

Определение реостатных характеристик кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение выходного сопротивления	1. 2. ....
Определение входного сопротивления	1. 2. ....
Определение модуля входного сопротивления	1. 2. ....
Определите величину сигнала на выходе эклектической цепи привода при воздействии на ее вход импульсной последовательности (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 5 Тема:** «Построение нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выбор режима работы электродвигателя»

**1. Цель занятия:** Построение нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выбор режима работы электродвигателя

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. Заполнить матрицу структуры представления о построении нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выборе режима работы электродвигателя таблица 1.5 - Бланк выполнения задания №5.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о построении нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выборе режима работы электродвигателя таблица 1.5 - Бланк выполнения задания №5.

Таблица 1.5 – Структура представления о построении нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выборе режима работы электродвигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение суммарного момента кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение суммарного тока кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение суммарного тока мощности кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение тахограммы привода станка	1. 2.

	....
Построите общую нагрузочную диаграмму путем графического суммирования моментов привода (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### **Практическая работа № 6 Тема: «Выбор электродвигателя по методу средних потерь»**

**1. Цель занятия:** Выбор электродвигателя по методу средних потерь

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

#### **2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.
2. Заполнить матрицу структуры представления о выборе электродвигателя по методу средних потерь таблица 1.6 - Бланк выполнения задания №6.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о выборе электродвигателя по методу средних потерь таблица 1.6 - Бланк выполнения задания №6.

Таблица 1.6 – Структура представления о выборе электродвигателя по методу средних потерь

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение средних потерь кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение кривой коэффициента полезного действия выбранного двигателя	1. 2. ....
Определение графика нагрузки кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение теплоотдачи привода станка	1. 2. ....
Построите нагрузочную диаграмму теплового режима двигателя по среднему превышению температуры привода (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### **Практическая работа № 7 Тема: «Выбор электродвигателя по методу средних потерь»**

**1. Цель занятия:** Выбор электродвигателя по методу эквивалентных величин

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

#### **2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.
2. Заполнить матрицу структуры представления о выборе электродвигателя по методу эквивалентных величин таблица 1.7 - Бланк выполнения задания №7.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о выборе электродвигателя по методу эквивалентных величин таблица 1.7 - Бланк выполнения задания №7.

Таблица 1.7 – Структура представления о выборе электродвигателя по методу эквивалентных величин

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение средних потерь кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение кривой коэффициента полезного действия выбранного двигателя	1. 2. ....
Определение графика нагрузки кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение теплоотдачи привода станка	1. 2. ....
Построите нагрузочную диаграмму теплового режима двигателя по среднему превышению температуры привода (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 8 Тема:** «Выбор электродвигателя для кратковременного режима работы»

**1. Цель занятия:** Выбор электродвигателя для кратковременного режима работы

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. Заполнить матрицу структуры представления о о выборе электродвигателя для кратковременного режима работы таблица 1.8 - Бланк выполнения задания №8.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о существующих видах пожарной охраны и ее задачах таблица 1.8 - Бланк выполнения задания №8.

Таблица 1.8 – Структура представления о выборе электродвигателя для кратковременного режима работы

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение кратковременного режима работы привода	1. 2. ....
Определение интервала нагрузки двигателя привода	1. 2. ....

Определение интервала отключения двигателя привода	1. 2. ....
Определение продолжительность включения привода станка	1. 2. ....
Определите электродвигатель обеспечивающий достаточную мощность привода при механической обработки (на примере станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 9 Тема:** «Выбор электродвигателя для кратковременного режима работы»

**1. Цель занятия:** Выбор электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. Заполнить матрицу структуры представления о выборе электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы таблица 1.9 - Бланк выполнения задания №9.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о существующих видах пожарной охраны и ее задачах таблица 1.9 - Бланк выполнения задания №9.

Таблица 1.9 – Структура представления о выборе электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение повторно-кратковременного режима работы привода	1. 2. ....
Определение повторного интервала нагрузки двигателя привода	1. 2. ....
Определение интервала повторного отключения/включения двигателя привода	1. 2. ....
Определение продолжительности отключения/включения привода станка	1. 2. ....
Определите электродвигатель обеспечивающий достаточную мощность привода повторного отключения/включения привода узла станка (на примере револьверной головки станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа № 10 Тема:** «Моделирование переходных процессов в электроприводе»

**1. Цель занятия:** Моделирование переходных процессов в электроприводе

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. Заполнить матрицу структуры представления о моделировании переходных процессов в электроприводе таблица 1.10 - Бланк выполнения задания №10.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о существующих видах пожарной охраны и ее задачах таблица 1.10 - Бланк выполнения задания №10.

Таблица 1.10 – Структура представления о моделировании переходных процессов в электроприводе

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение переходного режима работы привода	1. 2. ....
Определение скорости идеального холостого хода двигателя привода	1. 2. ....
Определение перегрузочной способности двигателя привода	1. 2. ....
Определение номинальных параметров электропривода	1. 2. ....
Определите факторы, влияющие на переходную характеристику привода станка (на примере револьверной головки станка 16Б16Т1С1)	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Лабораторная работа № 1** «Экспериментальное определение механической характеристики электроприводов технологического оборудования (на примере токарного станка с ЧПУ)»

**1. Цель работы:** изучение и экспериментальное построение механической характеристики электропривода технологического оборудования

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**Объект исследования:** электропривод главного движения токарного станка с ЧПУ модели 16Б16Т1С1

**2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. На токарном станке с ЧПУ для привода главного движения на холостом ходу (без нагрузки) задается диапазон частот вращения шпинделя, об/мин. Подключается диагностическая функция СЧПУ FlexNC и производится запись значений момента в электродвигателе главного движения соответствующего заданной частоте вращения шпинделя.



3. Определяются средние значения момента, среднеквадратичное отклонение и дисперсия.
4. Заполнить матрицу структуры представления об результатах изучения и экспериментального построения механической характеристики электропривода технологического оборудования таблица 1.11 - Бланк выполнения задания №11.
5. Провести анализ графических изображений и сделать вывод о характере зависимости момента от частоты вращения шпинделя

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления об результатах изучения и экспериментального построения механической характеристики электропривода технологического оборудования таблица 1.11 - Бланк выполнения задания №11.

Таблица 1.11 – Структура представления об результатах изучения и экспериментального построения механической характеристики электропривода технологического оборудования

Оборудование:	Токарный станок с ЧПУ мод. 16Б16ПТ1С1								
Исследуемый электропривод	Электропривод главного движения								
	Краткое описание кинематики привода (пояснить каким образом вращательное движение передается на шпиндель станка) Источник: паспорт станка								
Схема электропривода (изобразить схематично)									
Тип электродвигателя	Номинальные характеристики								
Дополнительные (расчетные характеристики)									
Таблица экспериментальных значений									
Исследуемый диапазон частот вращения (подгруппа №___)	Среднее значения момента, $M_s$	Среднеквадр откл $S$	Дисперсия, $D$						
об/мин	Нм	-	-						
	График 1	График 2	График 3						

Графическое представление результатов исследования

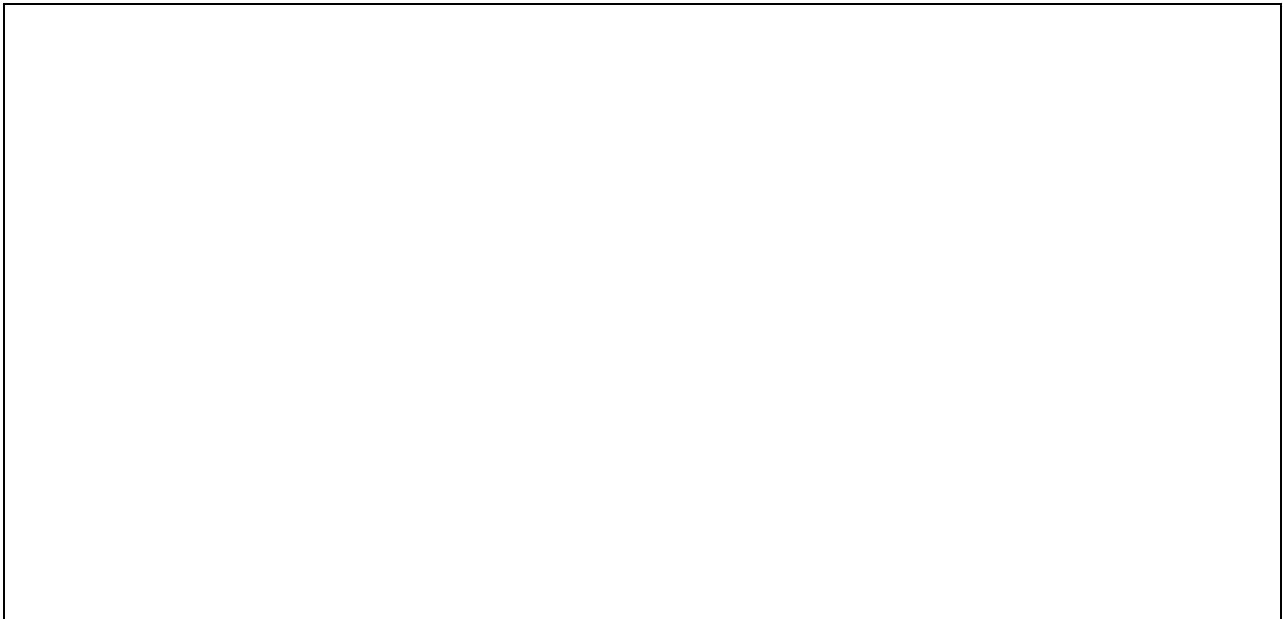


Рис. 1. Результат записи значения момента в приводе главного движения Ms в системе ЧПУ FlexNC (*график, построенный по записанным значениям в Exell*)



Рис. 2. Зависимость среднего значения момента  $\langle Ms \rangle$  от частоты вращения шпинделя станка  $n$  (*указать координаты и их размерность, Ms, Нм; n, об/мин*)

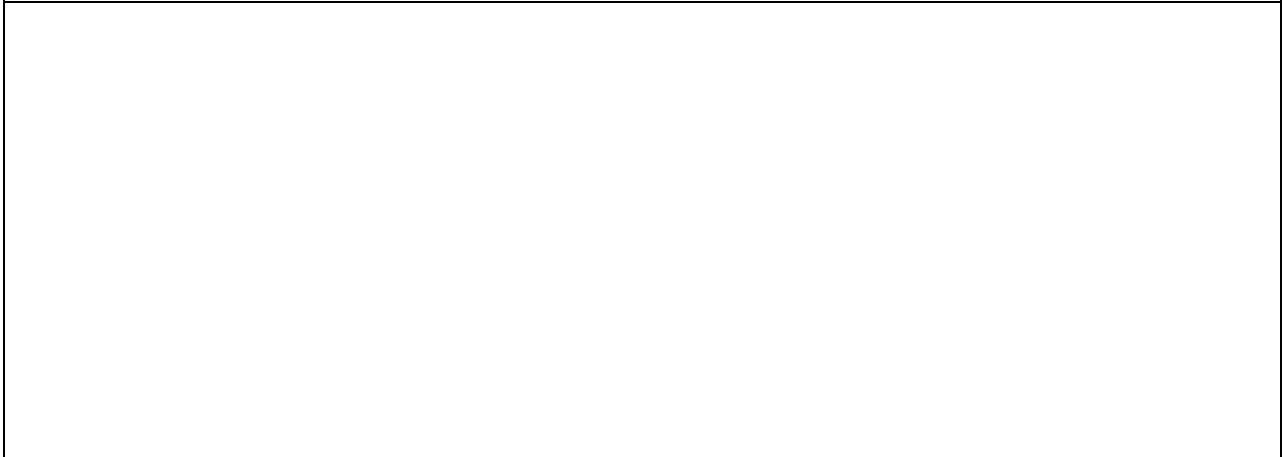


Рис. 3. Зависимость среднеквадратичного отклонения от частоты вращения шпинделя станка

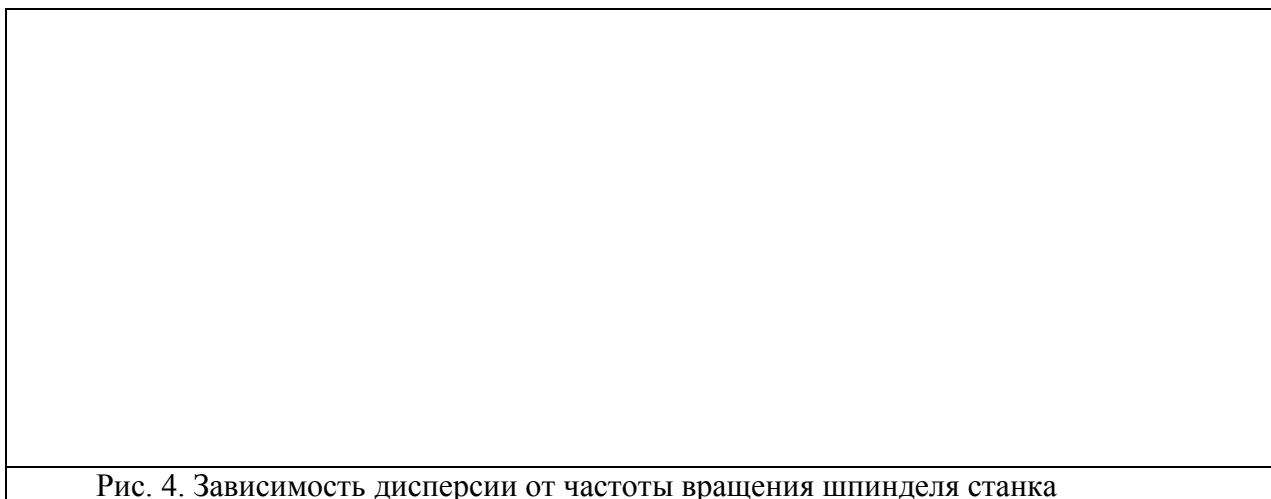


Рис. 4. Зависимость дисперсии от частоты вращения шпинделя станка

### **Примерный перечень теоретических вопросов к защите работы**

1. Понятие механической характеристики электродвигателя
2. Функция сбора данных в системе ЧПУ FlexNC
3. Понятие сервоцикла
4. Момент сопротивления, приведенный к валу двигателя
5. Назначение энкодера для управления электроприводами станков с ЧПУ

Управление пуском привода главного движения с помощью системы ЧПУ FlexNC в ручном режиме.

**Лабораторная работа № 2** «Экспериментальное определение моментов и сил сопротивления, приведенных валу электродвигателей приводов главного движения и подачи при механической обработке (на примере токарного станка с ЧПУ)»

**1. Цель работы:** Экспериментальное определение значений моментов и сил в зоне резания, приведенных к валу электродвигателя (главного движения и подачи)

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл

**Объект исследования:** электроприводы главного движения и движения подачи токарного станка с ЧПУ модели 16Б16Т1С1

### **2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Изучить предложенный теоретический материал.

2. На токарном станке с ЧПУ для привода главного движения на холостом ходу (без нагрузки) задается диапазон частот вращения шпинделя, об/мин. Подключается диагностическая функция СЧПУ FlexNC и производится запись значений момента в электродвигателе главного движения и движения подачи соответствующего заданной частоте вращения шпинделя.

3. На токарном станке с ЧПУ производится обработка заготовки по схемам, представленным на рисунке 1. Схема а – торцевание, схема б – продольное точение, схема в – сверление отверстия

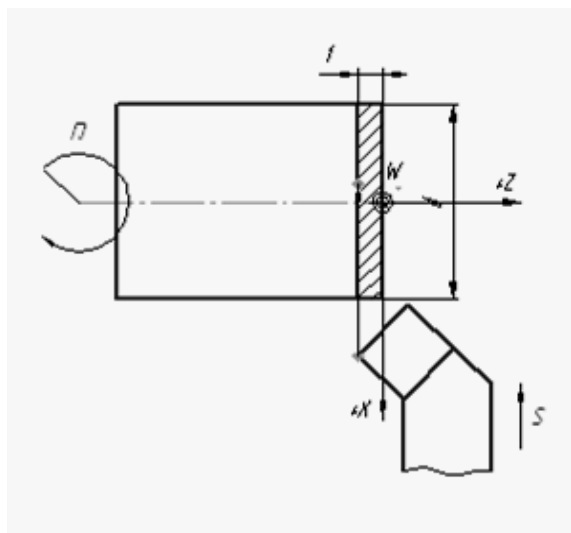


Схема а - торцевание

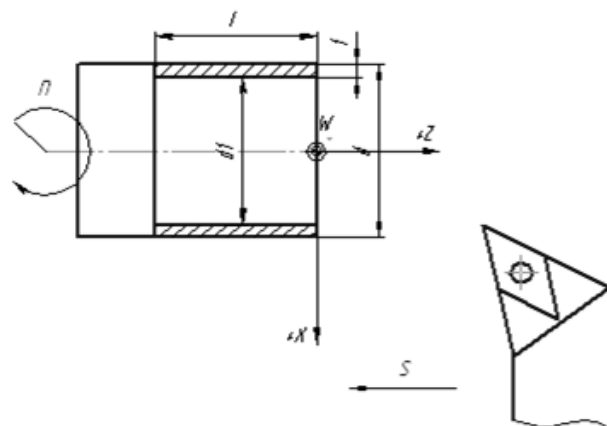


Схема б – продольное точение

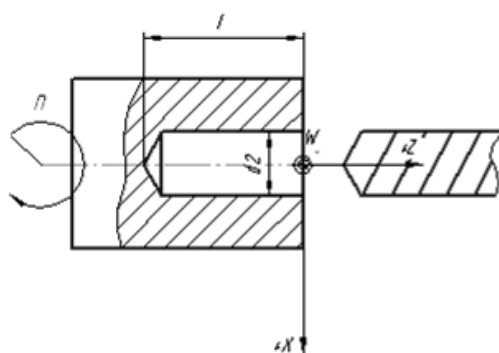


Схема в - сверление

Рис. 1. Схемы механической обработки при исследовании приводов

4. Для каждой из схем обработки ведется запись с помощью функции СЧПУ значений момента в приводе главного движения и величин тока в приводах подачи в соответствие с таблицей

Схема обработки	Задействованный привод	Записываемые величины		
		Момент в приводе главного движения	Квадратурный ток в приводе по координате X	Квадратурный ток в приводе по координате Z
		$M_s$ , Нм	$I_x$ , А	$I_z$ , А
Схема а (торцевание)	ПГД	+		
	ППХ		+	
Схема б (продольное точение)	ПГД	+		
	ППХ		+	
	ППZ			+
Схема в (сверление)	ПГД	+		
	ППZ			+
ПГД – привод главного движения; ППХ – привод подачи по координате X; ППZ – привод подачи по координате Z				

Условная схема расположения приводов станка представлена на рис. 2

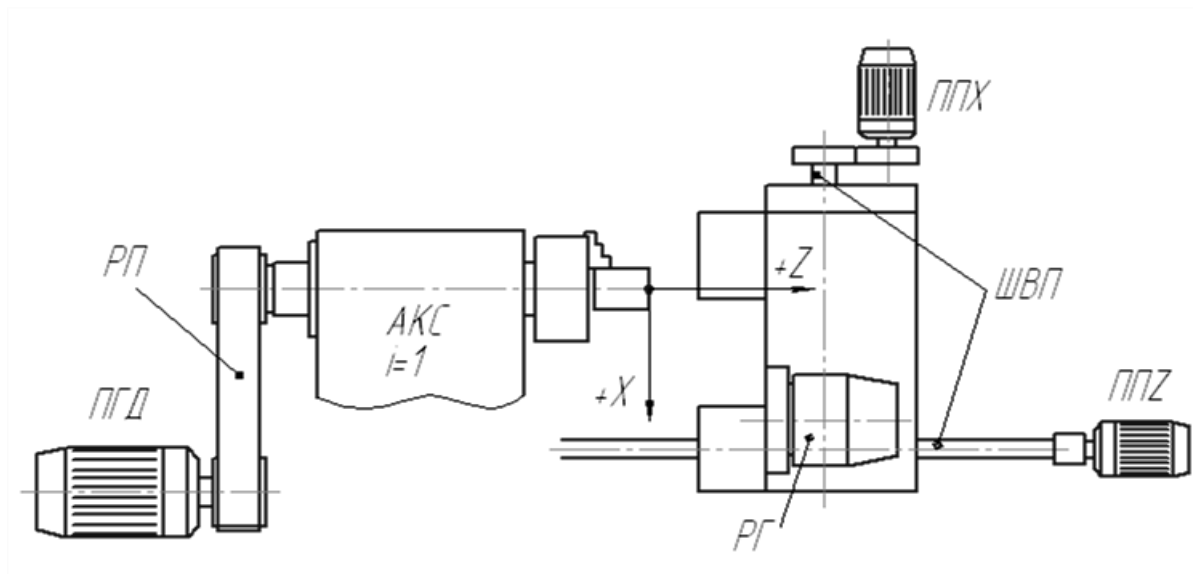


Рис. 2 Компоновка электроприводов токарного станка с ЧПУ 16Б16Т1С1

РП – ременная передача; АКС – коробка скоростей; РГ – револьверная головка; ШВП – шариковинтовая пара

5. Заполнить матрицу структуры представления об Экспериментальное определение значений моментов и сил в зоне резания, приведенных к валу электродвигателя (главного движения и подачи) таблица 1.12 - Бланк выполнения задания №12.

6. Построить графические зависимости экспериментальный значений от расчетных в следующем соответствии:

- по средним значениям:

1.  $M_s$ ,  $I_x$ ,  $I_z$  – как функция от варьируемой переменной ( $n$ ,  $V$ ,  $s$  или  $t$ )
2.  $M_s$  – как функция от  $M_p$
3.  $I_x$  – как функция от  $P_y$
4.  $I_z$  – как функция от  $P_x$

7. Построить зависимости дисперсии и среднего квадратичного отклонения от варьируемой величины и расчетных значений элементов режима резания

8. Выполнить анализ полученных графических зависимостей и дать пояснения о их характере

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления Экспериментальное определение значений моментов и сил в зоне резания, приведенных к валу электродвигателя (главного движения и подачи) таблица 1.12 - Бланк выполнения задания №12.

Таблица 1.12 – Структура представления Экспериментальное определение значений моментов и сил в зоне резания, приведенных к валу электродвигателя (главного движения и подачи)

[illegible]

### **Примерный перечень теоретических вопросов к защите работы**

1. Уравнение движения электропривода
2. Общая структура электропривода
3. Функция диагностики электроприводов в системе ЧПУ FlexNC. Настройка
4. Вывести формулы для приведения моментов и сил сопротивления к валу двигателя для вращательного (для поступательного) движения исполнительного органа оборудования
5. Вывести формулу для приведения момента инерции к валу двигателя
6. Исполнительные органы производственного механизма. Укажите на примере токарного станка с ЧПУ
7. Что означает S1000; F0.2

### **Типовой пример задания**

#### **Практическая работа № 1.**

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 3

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету с оценкой</b>
1	Дайте определение «рабочей машины».
2	Перечислите классификационные признаки рабочих машин.
3	Что включает в себя кинематический анализ рабочих механизмов?
4	Рабочие машины и механизмы как объект управления.
5	Чем характеризуется электропривод механизмов непрерывного действия с постоянной нагрузкой?
6	Приведите пример механизма непрерывного действия с постоянной нагрузкой.
7	Чем характеризуется электропривод механизмов непрерывного действия с переменной по времени и скорости нагрузкой ?
8	Приведите пример механизма непрерывного действия с переменной нагрузкой.
9	Что значит оптимизировать нагрузочную диаграмму?
10	Какие параметры нагрузочной диаграммы оптимизируют?
11	Приведите пример механизма, в котором есть необходимость оптимизировать тахограмму движения.
12	Перечислите критерии оптимизации работы подъемной машины с приводом постоянного тока.
13	Какое передаточное число называется оптимальным?
14	По каким критериям определяют оптимальное передаточное число?
15	В каком случае осуществляют оптимизацию нахождения передаточного числа по минимуму времени переходных процессов?
16	Сравните оптимизацию нахождения передаточного числа по минимуму времени переходных процессов и по максимальной скорости.
17	Какие параметры оптимизируют в разветвленных транспортных системах?
18	Укажите методы оценки эффективности автоматизации транспортных систем.
19	Приведите примерный алгоритм управления системой проветривания

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
20	С какой целью оптимизируют работу металлорежущих станков?
21	Как связаны между собой стойкость инструмент а, скорость резания, глубина резания и подача?
22	Разработайте критерии оптимальности для токарной обработки.
23	Приведите пример модели процесса точения.
24	Приведите пример модель процесса шлифования.
25	Какие параметры технологического процесса регулируются при производстве стали в мартеновской печи?
26	Разработайте алгоритм расчета установок нажимных устройств клетей прокатного стана.
27	Перечислите основные этапы энергетического расчета.
28	Укажите критерии оптимизация энергетических показателей электроприводов при работе с преобразователями.
29	Приведите пример непрерывной системы управления положением электропривода.
30	Нарисуйте структурную схему позиционного электропривода.
31	Укажите предельные параметры позиционных электроприводов.
32	Приведите вид желаемой ЛАЧХ позиционного электропривода.
33	Нарисуйте типовую структурную схему системы управления положением.
34	Какой вид настроек используется для настройки позиционного привода?
35	Дайте определение цифровой системы управления положением электропривода.
36	Перечислите, какие модели цифровых систем управления вы знаете.
37	Что такое дискретная передаточная функция? Чем она отличается от непрерывной передаточной функции?
38	Приведите пример импульсной переходной функции.
39	С какой целью производят синтез цифровых систем?
40	Запишите желаемую дискретную передаточную функцию замкнутого контура.
41	Какова цель оптимизация цифрового контура тока?
42	Какой тип регуляторов используется для настройки цифрового контура тока?
43	Проведите сравнение цифрового регулятора то ка и аналогового регулятора.
44	Нарисуйте структурную схему цифрового контура скорости.
45	Как связано время переходного процесса цифрового контура со значением базовой частоты?
46	Запишите передаточную функцию цифрового регулятора скорости при модульной настройке.
47	Какой тип регуляторов используется для настройки цифрового контура регулирования положения?
48	Дайте определение следящего электропривода.
49	Приведите пример математической модели следящего привода.
50	Как осуществляется синтез непрерывных следящих систем?
51	Как осуществляется синтез цифровых следящих систем?
52	Укажите принципы структурного моделирования.
53	Перечислите этапы структурного моделирования.
54	Нарисуйте зависимость предельной мощности следящего привода от момента для случаев механическая характеристика исполнительного двигателя: линейная, параболическая и эллиптическая.
55	Что входит в состав комплектного электропривода постоянного тока?
56	Перечислите, какие комплектные тиристорные электропривода постоянного тока вы знаете?



№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
57	Каково назначение задатчика входных величин? Приведите его функциональную схему.
58	На чем основана работа ячейки датчика тока? Чем эта ячейка отличается от ячейки датчика напряжения?
59	Нарисуйте функциональную схему ПИ-регулятора.
60	Укажите, какой из сигналов не является аварийным: неисправность силовых цепей; сгорание предохранителей, неисправность цепи возбуждения тахогенератора, газовая защита масляного трансформатора, исчезновение вентиляции двигателя, недопустимое повышение температуры масла в трансформаторе?
61	Каково назначение RS-триггера в схемах защиты?
62	В чем особенность используемых в электроприводе ЭТУ регуляторов тока якоря и скорости?
63	Почему в электроприводе типа ЭТУ не используется задатчик интенсивности?
64	Как можно в работе электропривода с отдельным управлением исключить режим прерывистых токов?
65	Какие функции выполняет адаптивный регулятор скорости в электроприводе типа ЭТУ?
66	Как изменилось бы электромеханическое постоянная времени привода, если бы регулятор скорости не был адаптивным?
67	Как обеспечивается ограничение тока якоря в электроприводе типа ЭПУ?
68	Чем отличаются силовые части электропривода типа ЭПУ1 от электропривода типа ЭПУ2?
69	В каком режиме работают транзисторы в электроприводе типа ЭШИМ?
70	Опишите принцип действия релейного регулятора тока.
71	Сравните широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) сигналов с широтно-импульсным преобразованием (ШИП) сигналов.
72	Почему в работе ШИП используется несимметричный алгоритм коммутации?
73	Приведите вид линеаризованной структуры транзисторного электропривода.
74	Перечислите, какие виды защит и блокировок используются в транзисторных электроприводах.
75	Укажите достоинства и недостатки непосредственных преобразователей частоты.
76	Какой величиной ограничена предельная частота НПЧ?
77	Почему в схеме ПЧ с АИН невозможен двухсторонний обмен энергией между двигателем и питающей сетью?
78	Можно ли осуществлять коммутацию фаз ПЧ без учета фактического угла поворота ротора? Почему?
79	Укажите принцип действия релейно-временного регулятора тока.
80	Чем отличается частотно-токовое управление от других видов частотного управления?
81	Укажите условие возникновения режима ослабления потока асинхронного двигателя при питании его ПЧ?
82	Нарисуйте функциональную схему транзисторного привода переменного тока с цифровой системой управления.
83	Какие из перечисленных способов управления шаговыми двигателями не используются: переключение фаз, введение добавочных сопротивлений, снижение питающего напряжения, импульсное регулирование напряжения .
84	Почему у шаговых двигателей стремятся повысить число фаз?

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету с оценкой</b>
85	Чем отличается схема запуска однофазного асинхронного двигателя от трехфазного двигателя?
86	Приведите схему асинхронного электромеханического каскада с вентильным двигателем.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
3	Зачет с оценкой (устно)	«отлично»	исчерпывающие ответы на вопросы к зачету и на дополнительные вопросы
		«хорошо»	правильные ответы на вопросы к зачету с незначительными недочетами
		«удовлетворительно»	правильные ответы на вопросы к зачету с существенными недочетами
		«неудовлетворительно»	неправильные ответы на вопросы к зачету

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ившин В. П.	Современная автоматика в системах управления технологическими процессами	Учебное пособие	2017	ЭБС ZNANIUM.COM
2	Чернышев А. Ю.	Электропривод переменного тока	Учебное пособие	2015	ЭБС ZNANIUM.COM

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Епифанов А. П.	Электропривод	Учебник	2012	ЭБС "Лань"
2	Никитенко Г. В.	Электропривод производственных механизмов	Учебное пособие	2013	ЭБС "Лань"
3	Аксёнов М. И.	Моделирование электропривода	Учебное пособие	2017	ЭБС ZNANIUM.COM
4	Левашкин Д.Г.	Руководство оператора системы ЧПУ «Интеграл»	Учебно-методическое пособие	2011	90
5	Левашкин Д.Г.	Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы	Учебно-методическое пособие	2011	91

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – Режим доступа: <http://www.pnb.rsl.ru>;
- Российская государственная библиотека. г. Москва. Диссертации – Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>;
- Российская национальная библиотека (РНБ), г. Санкт-Петербург – Режим доступа: <http://www.nlr.ru>;
- Открытая русская электронная библиотека РГБ (OREL) – Режим доступа: <http://www.orel.rsl.ru>;
- Сайт Всероссийского научно-исследовательского конъюнктурного института - старейшего в России научного учреждения, имеющего прямое отношение к маркетингу – Режим доступа: [www.vniki.ru](http://www.vniki.ru).
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru> .
- Scopus [Электронный ресурс] библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях. - Режим доступа: <http://www.scopus.com>;
- Web of Science [Электронный ресурс] [поисковая интернет-платформа](#), объединяющая реферативные базы данных публикаций в [научных журналах](#) и [патентов](#), в том числе базы, учитывающие взаимное цитирование публикаций. Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам и искусству. - Режим доступа: <http://www.webofknowledge.com>.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition  Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition  Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно  договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении)	контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия – бессрочно

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-305)	Стол преподавательский, стул, Столы ученические двухместные (моноблок), доска аудиторная (меловая)
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-306)	Переносной проектор, экран, компьютерные Столы, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная, Столы ученические двухместные, ПК
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309)	Стол преподавательский, Столы ученические двухместные (моноблок) , стулья, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор, шкафы
4	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.