

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.ДВ.01.01**  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

наименование дисциплины

по направлению подготовки

#### 15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ФГОС ВО)

#### ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

(направленность (профиль))

Форма обучения очная

Год набора: 2019

#### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	10											
Часов по РУП	360											
Виды контроля в семестрах (на курсах):	Экзамены		Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)		
			1									
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам	10											10
Лекции	8											8
Лабораторные	8											8
Практические	34											34
Контактная работа	50											50
Сам. работа	310											310
Контроль												
Итого	360											360

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки магистра 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства» (протокол заседания № 1 от «31» августа 2018 г.)



Рецензент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, степень)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «\_\_» \_\_\_\_\_.**

*Срок действия утвержденной РПД: для ООП бакалавров – 4 года; для ООП магистров – 2 года; для ООП специалистов – 5 лет.*

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

\_\_\_\_\_  
(разработавшей РПД)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.Ю. Логинов

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.01.01 Автоматизированный электропривод**  
**машиностроительного оборудования**

---

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

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

Задачи:

1. Дать студентам сведения о структуре, разновидностям и элементам современного автоматизированного электропривода для технологических машин и оборудования;
2. Научить методам расчета и выбора соответствующего электропривода для для конкретного типа оборудования и расчету его важнейших характеристик
3. Научить разрабатывать системы управления электроприводами различных типов

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – расчет и конструирование оборудования с компьютерным управлением

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – автоматизация в машиностроении.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
– способность разрабатывать и внедрять эффективные	Знать: - историю развития и становления автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования;

<p>технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-5)</p>	<p>- основные мировые тенденции в области развития автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования</p>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться научно-технической, нормативной и справочной литературой, а также специализированными интернет источниками в области разработки и проектирования автоматизированного электропривода</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сравнительного анализа различных типов современного автоматизированного электропривода по технико-экономическим и потребительским характеристикам</li> </ul>
<p>- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с основной образовательной программой магистратуры) (ПК-19)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание этапов проектирования автоматизированного электропривода;</li> <li>- технологии определения качественных показателей работы электропривода в производственных условиях;</li> <li>- принципы управления электроприводами и способы их регулирования;</li> <li>- классификацию автоматизированных приводов, их особенности, технические возможности, области рационального применения и методику расчета их важнейших характеристик</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять техническое задание на проектирование автоматизированного электропривода;</li> <li>- уметь подбирать целесообразный тип привода для конкретного оборудования и рассчитывать его характеристики, составлять схемы автоматизированного управления приводом для выполнения различных функций.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками выбора комплектных приводов на</li> </ul>

	<p>основании предъявляемых требований</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками анализа работы автоматизированных электроприводов;</li> <li>- владеть информационными технологиями при проектировании автоматизированных электроприводов</li> </ul>
--	---

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Введение. Основы автоматизированного электропривода	Понятие автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования
	Механика электропривода. Уравнение движения электропривода
	Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме
Классификация и основные типы электроприводов	Типы электродвигателей, используемые в современном автоматизированном электроприводе
	Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей
	Искусственные характеристики асинхронных двигателей
	Режимы работы электродвигателей
	Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы
Системы управления электроприводами	Динамика электропривода
	Регулирование координат электропривода
	Переходные процессы в электроприводе

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 10**

#### 4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Автоматизированный электропривод машиностроительного оборудования

Семестр изучения 1

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомен- дуемая литерат ура (№)
		Аудиторные занятия (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Введение. Основы автоматизиро- ванного электроприво- да	Понятие автоматизированного электропривода машиностроительного оборудования	0,5	-	-	-		22	Работа с научно- технической литературой и с интернет ресурсами по поставленным вопросам	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	-	
	Механика электропривода. Уравнение движения электропривода	1	-	4	-		22	Подготовка к практической работе № 1	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практичес- кая работа № 1	
	Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме	0,5	-	4	-		22	Подготовка к практической работе № 2	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практичес- кая работа № 2	
Типы электроприв- одов	Типы электродвигателей для электроприводов	1	-	-	-		22	Работа с научно- технической литературой и с интернет ресурсами по поставленным вопросам	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	-	

	Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей	0,5	-	4	-		22	Подготовка к практической работе № 3	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 3	
	Искусственные характеристики асинхронных двигателей	0,5	-	4	-		22	Подготовка к практической работе № 4	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 4	
	Режимы работы электродвигателей	0,5	-	4	-		22	Подготовка к практической работе № 5	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 5	
	Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы	1	-	4			22	Подготовка к практической работе № 6	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 6	
			-	2			22	Подготовка к практической работе № 7	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 7	
			-	2			22	Подготовка к практической работе № 8	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 8	
			-	2			22	Подготовка к практической работе № 9	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 9	
	<b>Системы управления электроприводами</b>	Динамика электропривода	1	4	-		22	Подготовка к лабораторной работе № 1	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Защита лабораторной работы № 1	

	Регулирование координат электропривода	1	4	-			22	Подготовка к лабораторной работе № 2	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Защита лабораторной работы № 2	
	Переходные процессы в электроприводе	0,5	-	4			24	Подготовка к практической работе № 10	Раздаточный материал, ноутбук, проектор	Практическая работа № 10	
Итого:		8	8	34			310				
		360									

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Устный опрос		<p>«зачтено»: студент владеет материалом, ориентируется в поставленных вопросах, грамотно и верно формулирует ответы на рассмотренные вопросы;</p> <p>«не зачтено»: студент не имеет представления о рассмотренных вопросах</p>	
Защита практических работ № №1-10; лабораторных работ № 1, 2		<p>«зачтено»: студент выполнил практическую (лабораторную) работу, расчеты выполнены верно. При защите работы студент верно отвечает на поставленные вопросы</p> <p>«не зачтено»: студент не выполнил практическую (лабораторную) работу</p>	

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет	Выполнение практических работ; выполнение и защита лабораторных работ	«зачтено»	Ответы на вопросы верны и содержательны, даны пояснения в виде схем и рисунков. Студент демонстрирует знания в полном объеме в предметной области
		«не зачтено»	Ответы на вопросы либо не даны, либо даны не верно



## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены РУП

## 7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

№ п/п	Темы
№1	Приведение моментов инерции и масс к валу двигателя
№2	Приведение моментов и усилий к валу двигателя
№3	Расчет механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя
№4	Расчет реостатных характеристик. Расчет частотных характеристик
№5	Построение нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выбор режима работы электродвигателя
№6	Выбор электродвигателя по методу средних потерь
№7	Выбор электродвигателя по методу эквивалентных величин
№8	Выбор электродвигателя для кратковременного режима работы
№9	Выбор электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы
№10	Моделирование переходных процессов в электроприводе

## 8. Вопросы к зачету

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
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 уставок нажимных устройств клеток 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?
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 раздельным управлением исключить режим прерывистых токов?
65.	Какие функции выполняет адаптивный регулятор скорости в электроприводе типа ЭТУ?
66.	Как изменилось бы электромеханическая 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?
85.	Чем отличается схема запуска однофазного асинхронного двигателя от трехфазного двигателя?
86.	Приведите схему асинхронного электромеханического каскада с вентильным двигателем.

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

### 9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	<b>Раздел: Введение. Основы автоматизированного электропривода</b> Тема: Механика электропривода. Уравнение движения электропривода	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 1 «Приведение моментов и усилий к валу двигателя»
2	<b>Раздел: Введение. Основы автоматизированного электропривода</b> Тема: Приведение параметров кинематической схемы электропривода к расчетной схеме	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 2 «Приведение моментов и усилий к валу двигателя» Протокол выполнения практического задания № 3 «Расчет механических и электромеханических характеристик асинхронного электродвигателя»
3	<b>Раздел: Классификация и основные типы электроприводов</b> Тема: Естественные механические и электромеханические характеристики электродвигателей	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 4 «Расчет реостатных характеристик. Расчет частотных характеристик» Протокол выполнения практического задания № 5 «Построение нагрузочных характеристик и тахограмм исполнительного механизма и выбор режима работы электродвигателя»
4	<b>Раздел: Классификация и основные типы электроприводов</b> Тема: Искусственные характеристики асинхронных двигателей	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 6 «Выбор электродвигателя по методу средних потерь» Протокол выполнения

			практического задания № 7 «Выбор электродвигателя по методу эквивалентных величин»
5	<b>Раздел: Классификация и основные типы электроприводов</b> Тема: Режимы работы электродвигателей	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 8 «Выбор электродвигателя для кратковременного режима работы»
6	<b>Раздел: Классификация и основные типы электроприводов</b> Тема: Методика выбора электродвигателя для различных режимов работы	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 9 «Выбор электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы»
7	<b>Системы управления электроприводами</b> Тема: Динамика электропривода	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения лабораторной работы №1 «Экспериментальное определение механической характеристики электроприводов технологического оборудования (на примере токарного станка с ЧПУ)»
8	<b>Системы управления электроприводами</b> Тема: Регулирование координат электропривода	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения лабораторной работы №2 «Экспериментальное определение моментов и сил сопротивления, приведенных валу электродвигателей приводов главного движения и подач при механической обработке (на примере токарного станка с ЧПУ)»
9	<b>Системы управления электроприводами</b> Тема: Переходные процессы в электроприводе	ПК-5, ПК-19	Протокол выполнения практического задания № 10 «Моделирование переходных процессов в электроприводе»

# КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 9.2.1. 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.

## 9.2.2. Практическое занятие № 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.

**9.2.3. Практическое занятие № 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

Основопологающие 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.

#### 9.2.4. Практическое занятие № 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

Основопологающие 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 электрической 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.

### 9.2.5. Практическое занятие № 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

Основопологающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение суммарного момента кинематической цепи привода	1. 2. ....
Определение суммарного тока	1.

кинематической цепи привода	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.

## 9.2.6. Практическое занятие № 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.

### 9.2.7. Практическое занятие № 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

Основопологающие 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.

### 9.2.8. Практическое занятие № 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 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

Основопологающие 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.

### 9.2.9. Практическое занятие № 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

Основопологающие 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.

#### **9.2.10. Практическое занятие № 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.

### Процедура оценивания

Проверка соответствия отчетов по практическим заданиям № 1-10 ожидаемому результату в соответствии с критериями оценки.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по работе.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

### 9.2.11. 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.

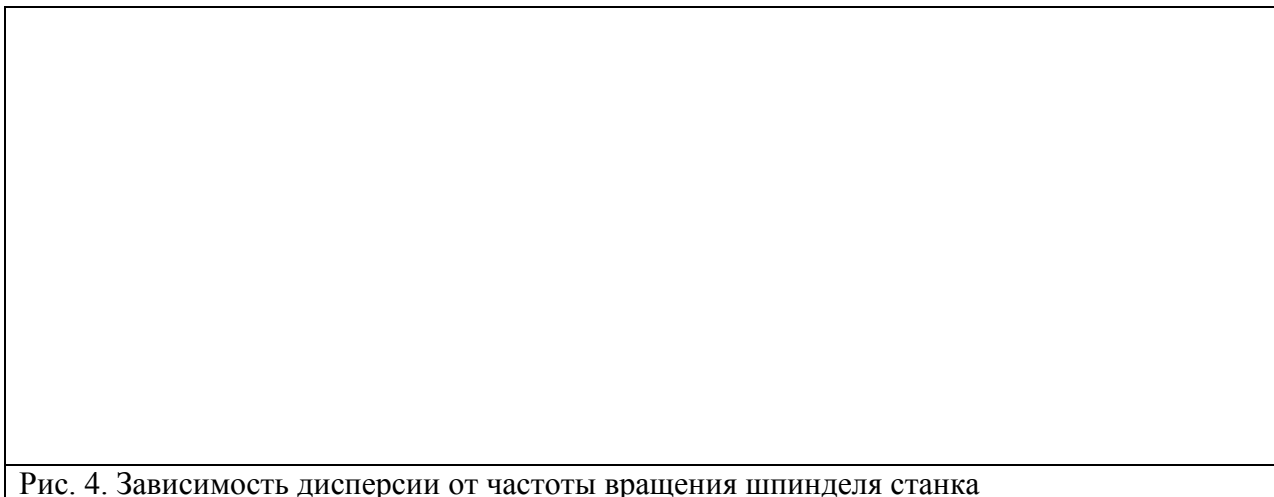
Таблица 1.11 – Структура представления об результатах изучения и экспериментального построения механической характеристики электропривода технологического оборудования

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, <b>M<sub>s</sub></b>	Среднеквадр откл <b>S</b>	Дисперсия, <b>D</b>						
об/мин	Нм	-	-						
	График 1	График 2	График 3						

Графическое представление результатов исследования

<p>Рис. 1. Результат записи значения момента в приводе главного движения <math>M_s</math> в системе ЧПУ FlexNC (<i>график, построенный по записанным значениям в Excel</i>)</p>
<p>Рис. 2. Зависимость среднего значения момента <math>\langle M_s \rangle</math> от частоты вращения шпинделя станка <math>n</math> (<i>указать координаты и их размерность, <math>M_s</math>, Нм; <math>n</math>, об/мин</i>)</p>
<p>Рис. 3. Зависимость среднеквадратичного отклонения от частоты вращения шпинделя станка</p>





### 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.

**9.2.12. Лабораторная работа № 2 «Экспериментальное определение моментов и сил сопротивления, приведенных к 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

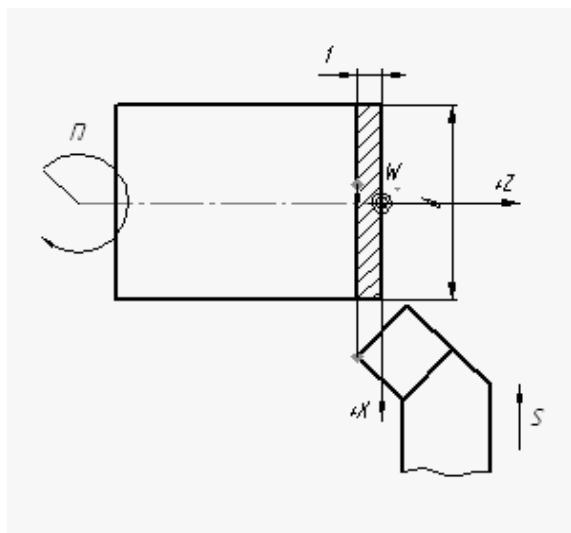


Схема а - торцевание

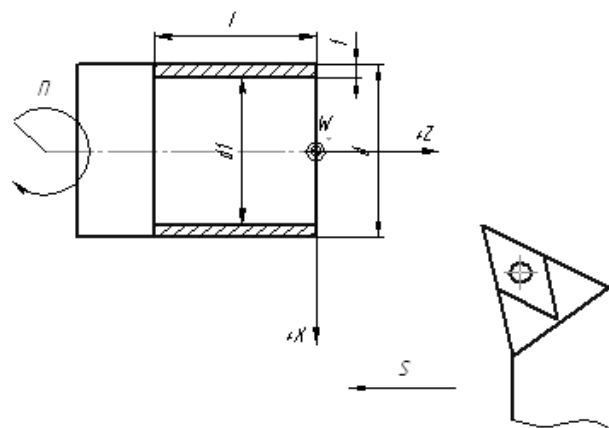


Схема б – продольное точение

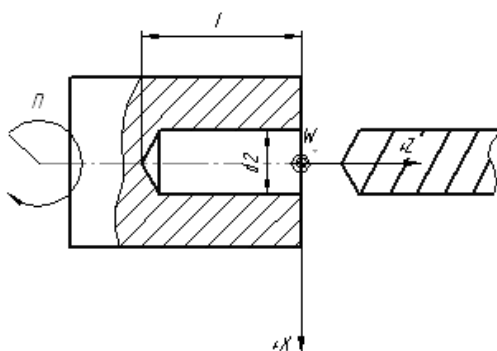


Схема в - сверление

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

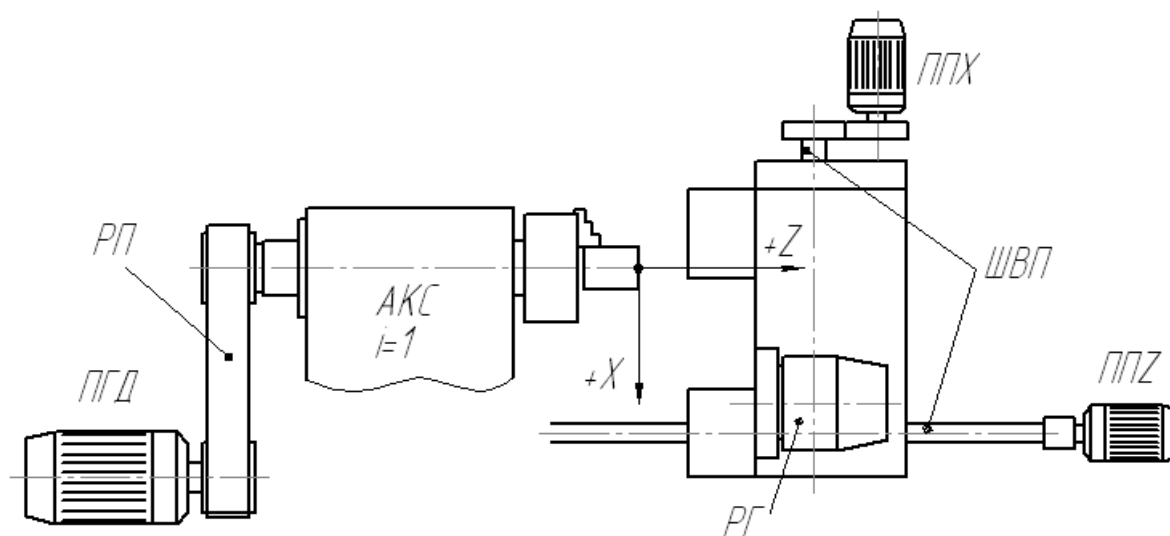


Рис. 2 Компоновка электроприводов токарного станка с ЧПУ 16Б16Т1С1

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

### **Процедура оценивания**

Проверка соответствия отчетов по лабораторным заданиям № 1-2 ожидаемому результату в соответствии с критериями оценки.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если лабораторное задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по работе.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если лабораторное задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

### **▪ Комплект материалов для зачета**

### **Вопросы для зачета**

87. Дайте определение «рабочей машины».
88. Перечислите классификационные признаки рабочих машин.
89. Что включает в себя кинематический анализ рабочих механизмов?
90. Рабочие машины и механизмы как объект управления.
91. Чем характеризуется электропривод механизмов непрерывного действия с постоянной нагрузкой?
92. Приведите пример механизма непрерывного действия с постоянной нагрузкой.
93. Чем характеризуется электропривод механизмов непрерывного действия с переменной по времени и скорости нагрузкой ?
94. Приведите пример механизма непрерывного действия с переменной нагрузкой.
95. Что значит оптимизировать нагрузочную диаграмму?
96. Какие параметры нагрузочной диаграммы оптимизируют?
97. Приведите пример механизма, в котором есть необходимость оптимизировать тахограмму движения.
98. Перечислите критерии оптимизации работы подъемной машины с приводом постоянного тока.
99. Какое передаточное число называется оптимальным?
- 100 По каким критериям определяют оптимальное передаточное число?
- 101 В каком случае осуществляют оптимизацию нахождения передаточного числа по минимуму времени переходных процессов?
- 102 Сравните оптимизацию нахождения передаточного числа по минимуму времени переходных процессов и по максимальной скорости.
- 103 Какие параметры оптимизируют в разветвленных транспортных системах?
- 104 Укажите методы оценки эффективности автоматизации транспортных систем.
- 105 Приведите примерный алгоритм управления системой проветривания

- 106 С какой целью оптимизируют работу металлорежущих станков?
- 107 Как связаны между собой стойкость инструмента, скорость резания, глубина резания и подача?
- 108 Разработайте критерии оптимальности для токарной обработки.
- 109 Приведите пример модели процесса точения.
- 110 Приведите пример модели процесса шлифования.
- 111 Какие параметры технологического процесса регулируются при производстве стали в мартеновской печи?
- 112 Разработайте алгоритм расчета установок нажимных устройств клетей прокатного стана.
- 113 Перечислите основные этапы энергетического расчета.
- 114 Укажите критерии оптимизации энергетических показателей электроприводов при работе с преобразователями.
- 115 Приведите пример непрерывной системы управления положением электропривода.
- 116 Нарисуйте структурную схему позиционного электропривода.
- 117 Укажите предельные параметры позиционных электроприводов.
- 118 Приведите вид желаемой ЛАЧХ позиционного электропривода.
- 119 Нарисуйте типовую структурную схему системы управления положением.
- 120 Какой вид настроек используется для настройки позиционного привода?
- 121 Дайте определение цифровой системы управления положением электропривода.
- 122 Перечислите, какие модели цифровых систем управления вы знаете.
- 123 Что такое дискретная передаточная функция? Чем она отличается от непрерывной передаточной функции?
- 124 Приведите пример импульсной переходной функции.
- 125 С какой целью производят синтез цифровых систем?
- 126 Запишите желаемую дискретную передаточную функцию замкнутого контура.
- 127 Какова цель оптимизации цифрового контура тока?
- 128 Какой тип регуляторов используется для настройки цифрового контура тока?
- 129 Проведите сравнение цифрового регулятора тока и аналогового регулятора.
- 130 Нарисуйте структурную схему цифрового контура скорости.
- 131 Как связано время переходного процесса цифрового контура со значением базовой частоты?
- 132 Запишите передаточную функцию цифрового регулятора скорости при модульной настройке.
- 133 Какой тип регуляторов используется для настройки цифрового контура регулирования положения?
- 134 Дайте определение следящего электропривода.
- 135 Приведите пример математической модели следящего привода.
- 136 Как осуществляется синтез непрерывных следящих систем?
- 137 Как осуществляется синтез цифровых следящих систем?
- 138 Укажите принципы структурного моделирования.
- 139 Перечислите этапы структурного моделирования.
- 140 Нарисуйте зависимость предельной мощности следящего привода от момента для случаев механическая характеристика исполнительного двигателя: линейная, параболическая и эллиптическая.
- 141 Что входит в состав комплектного электропривода постоянного тока?
- 142 Перечислите, какие комплектные тиристорные электропривода постоянного тока вы знаете?
- 143 Каково назначение задатчика входных величин? Приведите его функциональную схему.
- 144 На чем основана работа ячейки датчика тока? Чем эта ячейка отличается от ячейки

- датчика напряжения?
- 145 Нарисуйте функциональную схему ПИ-регулятора.
  - 146 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?
  - 147 Каково назначение RS-триггера в схемах защиты?
  - 148 В чем особенность используемых в электроприводе ЭТУ регуляторов тока якоря и скорости?
  - 149 Почему в электроприводе типа ЭТУ не используется задатчик интенсивности?
  - 150 Как можно в работе электропривода с раздельным управлением исключить режим прерывистых токов?
  - 151 Какие функции выполняет адаптивный регулятор скорости в электроприводе типа ЭТУ?
  - 152 Как изменилось бы электромеханическая постоянная времени привода, если бы регулятор скорости не был адаптивным?
  - 153 Как обеспечивается ограничение тока якоря в электроприводе типа ЭПУ?
  - 154 Чем отличаются силовые части электропривода типа ЭПУ1 от электропривода типа ЭПУ2?
  - 155 В каком режиме работают транзисторы в электроприводе типа ЭШИМ?
  - 156 Опишите принцип действия релейного регулятора тока.
  - 157 Сравните широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) сигналов с широтно - импульсным преобразованием (ШИП) сигналов.
  - 158 Почему в работе ШИП используется несимметричный алгоритм коммутации?
  - 159 Приведите вид линеаризованной структуры транзисторного электропривода.
  - 160 Перечислите, какие виды защит и блокировок используются в транзисторных электроприводах.
  - 161 Укажите достоинства и недостатки непосредственных преобразователей частоты.
  - 162 Какой величиной ограничена предельная частота НПЧ?
  - 163 Почему в схеме ПЧ с АИН невозможен двухсторонний обмен энергией между двигателем и питающей сетью?
  - 164 Можно ли осуществлять коммутацию фаз ПЧ без учета фактического угла поворота ротора? Почему?
  - 165 Укажите принцип действия релейно-временного регулятора тока.
  - 166 Чем отличается частотно-токовое управление от других видов частотного управления?
  - 167 Укажите условие возникновения режима ослабления потока асинхронного двигателя при питании его ПЧ?
  - 168 Нарисуйте функциональную схему транзисторного привода переменного тока с цифровой системой управления.
  - 169 Какие из перечисленных способов управления шаговыми двигателями не используются: переключение фаз, введение добавочных сопротивлений, снижение питающего напряжения, импульсное регулирование напряжения .
  - 170 Почему у шаговых двигателей стремятся повысить число фаз?
  - 171 Чем отличается схема запуска однофазного асинхронного двигателя от трехфазного двигателя?
  - 172 Приведите схему асинхронного электромеханического каскада с вентильным двигателем.

### **Процедура оценивания**

Устный опрос по вопросам из перечня вопросов для зачета



**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он дал полные и исчерпывающие ответы на вопросы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог ответить на вопросы, а так же не ответил ни на один дополнительный вопрос.

**Примерные вопросы проверочного теста****Модуль I. ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

1. Из каких блоков состоит САУ?

- привода подач и первичных преобразователей
- объекта управления и регулятора
- задатчика управления и сравнивающего элемента
- привода главного движения и коробки передач

2. Что понимают под управляемым объектом?

- переднюю бабку станка
- заднюю бабку станка
- станину станка
- процесс резания или приводные механизмы

3. Какие внешние силы (возмущения) мешают достижению управляемой цели?

- расход масла и технологическая нагрузка в гидравлических цилиндрах
- колебания, передаваемые через фундамент от рядом стоящих станков
- напряжение питания электродвигателя и внешняя сила сопротивления
- температура помещения

4. Какие основные принципы управления?

- по передаче информации
- по управлению моментом
- по возмущению и по погрешности
- по управлению силами резания

5. Какой принцип заложен в замкнутой системе управления?

- принцип внешнего воздействия
- принцип обратной связи
- принцип отклонений от заданных значений
- принцип быстрого реагирования

6. Зачем в замкнутой системе САУ встроено сравнивающее устройство (СУ)?

- СУ служит для измерения сигнала управления
- СУ управляет каналом обратной связи
- СУ вырабатывает сигнал погрешности, приложенный к прямому каналу
- СУ контролирует внешнее воздействие на САУ

7. Какие функции у задающего устройства (ЗУ)?

- ЗУ усиливает сигнал обратной связи
  - ЗУ превращает входной сигнал в величину той же физической природы, что и величина сигнала обратной связи
  - ЗУ контролирует внешнее возмущение
  - ЗУ измеряет величину выходного сигнала в канале связи
8. Какие функции выполняет канал прямого действия (КПД)?
- КПД контролирует внешнее воздействие
  - КПД является контуром обратной связи по отклонению
  - КПД представляет собой управляемую систему, которая вырабатывает управляющее воздействие
  - КПД измеряет выходной сигнал с объекта управления
9. Зачем в систему управления встраивают канал обратной связи (КОС)?
- КОС встраивают для контроля внешних воздействий
  - КОС встраивают для усиления входного сигнала
  - КОС, основными элементами которого являются измерительный прибор (датчик) и усилитель, которые измеряют и усиливают величину выходного сигнала с объекта управления и превращают её в сигнал обратной связи
  - КОС встраивают для реализации программ управления
10. Какими свойствами обладает замкнутая САУ?
- в замкнутой САУ выходная величина зависит от внешнего воздействия
  - в замкнутой САУ коэффициент усиления величина, управляемая
  - замкнутая САУ функционирует так, чтобы погрешность стремилась к нулю
  - в замкнутой САУ выходной сигнал объекта управления равен входному сигналу входа

Критерии оценки: Правильный ответ на один вопрос оценивается в один балл. Количество баллов суммируется. В процессе прохождения курса студент может набрать (max 70 баллов).

## **10. Образовательные технологии**

Для эффективного изучения дисциплины и реализации компетентностного подхода используются технологии 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

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
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.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"
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.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

### 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1.	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	Учебник	ЭБС «Лань»
2.	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-	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
	1468-0		
3.	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.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.  
МП

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
А.М. Асаева  
(И.О. Фамилия)

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.

2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
2	Office Standart	1398	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно)

### 11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. 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.	Переносной проектор, экран, компьютерный стол, стол преподавательский, стул, доска аудиторная, стол ученический двухместный, ПК	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 В позиция по ТП №9, 3 этаж, (Е-306)	52	15
2	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	Стол преподавательский, стул, стол ученический двухместный (моноблок), доска аудиторная (меловая)	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 В позиция по ТП №17, 3 этаж, (Е-305)	35,8	34

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-305)				
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) , стул, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 В позиция по ТП <b>№20</b> , 3 этаж, <b>(Е-309)</b>	71,5	66
4	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. 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	Стол ученический, стул, ПК с выходом в сеть интернет	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул.Белорусская,14, позиция по ТП <b>№ 48</b> , 4 этаж, <b>(Г-401)</b>	84,8	16



<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Количество посадочных мест</b>
	промежуточной аттестации. (Г-401)				