

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматизированный электропривод**

: 13.03.02

: 3 4, : 6 7 8

		6	7	8
1	()	0	3	5
2		0	108	180
3	, .	4	19	23
4	, .	4	6	8
5	, .	0	2	2
6	, .	0	2	2
7	, .	3	6	9
8	, .	0	2	2
9	, .		7	9
10	, .	0	85	157
11	(, ,)			
12				

(): 13.03.02

955 03.09.2015 ., : 25.09.2015 .

: 1, ,

(): 13.03.02

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
5.	- , , ,
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
4.	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
1.	,
1.	
4.	, ,
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность составлять и оформлять типовую техническую документацию; в части следующих результатов обучения:	
2.	(, ,)
2.	

2.

2.1

, , ,) (
-----------	--

.2. 5	- , , ,
1. Соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	; ; ; ;
.5. 4	
2. Методику расчета и выбора силового электрооборудования	
.6. 1	, ,
3. Основные виды и типы элементов систем управления, методы их расчета и программирования	; ; ;
.6. 1	
4. Выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	; ;
.6. 4	, , ,

5. Анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	; ;
.9. 2)	(, ,
6. Методику составления технического задания (структура, объем, содержание) на разработку электротехнической установки	; ;
.9. 2	
7. Обследовать промышленную установку и составлять техническое задание на ее разработку	; ;

3.

3.1

	,	.		
: 6				
:				
14.	3	4	3	.
: 7				
:				
6.	2	2	3,5	
:				
9.	0	2	3,5	
:				
10.	2	2	3,5	,
: 8				
:				
1.	0	1	7	
:				
3.	2	2	1,4	
-) (
:				

5.	4	4	1,4	
:				
7.	1	1	1,7	

3.2

	,	.		
:7				
:				
4.	2	2	1	,
:8				
:				
1.	0	1	1	
2.	0	1	1	
:				
3.	0	0	1	

3.3

	,	.		
:7				
:				
8.	0	2	3,5	,
:8				
:				
4.	1	2	6,7	- 1- 2-

5.	,	1	0	1	,
(-)	" - "				-

3.4

	,				
:7					
:					
2.	,	0	4	3,5	,
:					
3.	" - ",	0	2	3	,
:					
1.		0	6	3,5	,
:					
4.	,	0	4	3,5	,
: ()					
5.		0	2	3,5	(), ,
:					
7.		0	4	3,5	,
: -					
2.	-	0	4	3,5	-

3.	-	0	4	3,5	
4.	-	0	4	3,5	
:					
11.	-	0	4	3,5	, ,
:					
12.	, , ,	0	2	3,5	,
: -					
13.	- , , ,	0	4	3,4,5	- ,
: 8					
:					
2.		0	4	1,2	
:					
1.		0	8	1,2,4,6,7	
6.	.	0	1	1,2,4	.
:					

2.	0	4	2	
4.	0	10	1,4	
:				
1.	0	2	2,6	
2.	0	2	2	; ; ;
3.	0	1	1,4	
3.	0	4	2	
4.	0	4	2	
5.	0	4	2	

6.	0	8	6,7	
----	---	---	-----	--

4.

: 7				
1		3, 4, 7	15	2
: []: , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. -				
2		4, 5, 6	21	2
: []: , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. -				
3		3, 4, 5, 6, 7	5	3
: []: [1 4, 5]/ . . . ; . . . - . . . , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - []: - / . . . ; . . . - . . . , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214710. - []: [4 ,]/ . . . ; . . . - . . . , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - : - / , . . . ; . . . - . . . , 2014. - 78, [1] . : . . . - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				
4		3, 4, 5	44	0
, 3.4				
: 8				
1		2, 6, 7	40	0
: . . . : - / . . . , . . . ; . . . - . . . , 2014. - 78, [1] . : , . . . : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				
2		1	45	3
: []: - [4 ,]/ . . . ; . . . - . . . , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. -				
3		1, 2, 3	20	3

<p>4, 5]/ . . . ; - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - []/]: - [4 ,]/ ; - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - ; - / , , ; - , 2014. - 78, [1] ; - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480</p>				
4		1, 2, 4, 6, 7	55	3
<p>3.4: []: [1 4, 5]/ ; - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - []/]: - [4 ,]/ ; - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - ; - / , , ; - , 2014. - 78, [1] ; - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480</p>				

5.

. (. 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail
	e-mail

5.2

1		.2; .9;
<p>Формируемые умения: з2. знать методику составления технического задания (структура, объем, содержание) на разработку электротехнической установки; з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем; у2. уметь обследовать промышленную установку и составлять техническое задание на ее разработку</p>		
<p>Краткое описание применения: В форме дискуссии обсуждаются возможности применения тех или иных элементов автоматических систем в различных технологических процессах</p>		

9	2.	(,			+		+
	2.					+		+

1

7.

1. Джексон Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М., 2007. - 380 с. : ил.
 2. Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - Загл. с экрана.
 3. Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - Загл. с экрана.
 4. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Г. Соколовский. - М., 2006. - 264, [1] с. : ил.
 5. Шарапов В. М. Пьезоэлектрические датчики / В. Шарапов, М. Мусиенко, Е. Шарапова. - М., 2006. - 628 с. : ил.
 6. Котюк А. Ф. Датчики в современных измерениях / А. Ф. Котюк. - М., 2006. - 95, [1] с. : ил.
-
1. Шкуратов А. В. Многоступенчатые датчики углов / А. В. Шкуратов, С. П. Скворнюк // Измерительная техника. - 2011. - № 11. - С. 20-21.
 2. Катков А. Н. Цифровые датчики давления / А. Н. Катков, В. Н. Новиков, Б. В. Чувькин // Измерительная техника. - 2011. - № 4. - С. 45-47.
 3. Датчики давления в России и за рубежом / Е. М. Белозубов [и др.] // Метрология. - 2010. - № 10. - С. 15-24.
 4. Ключев В. И. Теория электропривода : Учеб. для вузов. - М., 1998. - 697 с. : ил.
 5. Ключев В. И. Теория электропривода : учебник для вузов по специальности "Электропривод и автоматизация промышленных установок" / В. И. Ключев. - М., 1985. - 560 с. : ил.
 6. Башарин А. В. Управление электроприводами : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация промышл. установок" / Башарин А. В. , Новиков В. А. , Соколовский Г. Г. - Л., 1982. - 392 с. : ил.
 7. Чиликин М. Г. Теория автоматизированного электропривода : учебное пособие для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация пром. установок" / М. Г. Чиликин, В. И. Ключев, А. С. Сандлер. - М., 1979. - 615 с. : ил.
 8. Кривонос А. И. Полупроводниковые датчики температуры / А. И. Кривонос. - М., 1974. - 183, [2] с.

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Автоматизированный электропривод приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	35. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	Динамические характеристики электропривода переменного тока Динамические характеристики электроприводов Исследование переходных процессов в асинхронном электроприводе по системе ПЧ-АД Исследование переходных процессов в системе ТП-Д Исследование переходных процессов ДПТ и системы Г-Д Перспективы развития автоматизированного электропривода Расчет параметров, построение структур для математического моделирования динамических режимов электропривода по системе "генератор-двигатель" (Г-Д) Расчет потерь энергии электропривода. Проверка мощности электродвигателя. Определение средневзвешенного КПД Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока Электромеханические переходные процессы в электроприводе с ДПТ при питании его от тиристорного преобразователя (система ТП-ДПТ) Электромеханические системы с синхронными электродвигателями	Курсовой проект Отчет по лабораторной работе, все разделы.	Экзамен, вопросы: 4-25
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	34. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	Выбор электродвигателя и редуктора. Проверочный расчет Динамические характеристики электроприводов Особенности выбора передаточного числа редуктора Расчет потерь энергии электропривода. Проверка мощности электродвигателя. Определение средневзвешенного КПД Расчет тахограмм и нагрузочных диаграмм производственного механизма. Предварительное определение мощности	Курсовой проект, все разделы.	Экзамен, вопросы: 1-3, 29-31

		<p>электродвигателя Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока</p>		
<p>ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p>з1. знать основные виды и типы элементов систем управления, методы их расчета и программирования</p>	<p>Аналоговые и дискретные датчики скорости и положения Аналоговый индуктивный датчик положения Бесконтактные выключатели - емкостные датчики положения Бесконтактные выключатели - индуктивные датчики положения Бесконтактные выключатели - оптические датчики положения Виды сигналов, используемых в автоматических системах. Модуляция, виды и особенности. Унифицированные сигналы напряжения, тока, частоты. Преимущества и недостатки токовой петли Вторичные источники питания элементов автоматических систем - стабилизаторы напряжения Датчик давления Датчики тока и напряжения. Гальваническое разделение цепей Датчики уровня. Типы, устройство, характеристики, условия применения Дискретный датчик положения - инкрементальный энкодер Индуктивные, емкостные и оптические бесконтактные выключатели Классификация датчиков давления Классификация датчиков температуры объектов, контактные и бесконтактные датчики, свойства металлических и полупроводниковых датчиков, термопары, пирометры Общая характеристика элементов автоматических систем. Основные понятия и определения ПИД-регуляторы, виды, схемы, особенности применения и настройки Понятие датчика. Характеристика "вход-выход", статические и динамические характеристики, погрешности, виды чувствительных элементов и выходных сигналов Преобразователи сигналов, назначение, схемы, особенности Стабилизатор напряжения импульсный Стабилизатор напряжения компенсационного типа Терморезисторы и термопары Характеристики и особенности датчиков расхода</p>	<p>Отчет по лабораторной работе РГЗ, все разделы.</p>	<p>Зачет, вопросы: 1-15, 19, 20</p>

		жидкости и газа		
ПК.6/ПТ	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	Динамические характеристики электропривода переменного тока ПИД-регуляторы, виды, схемы, особенности применения и настройки Расчет и построение статических характеристик электропривода Расчет потерь энергии электропривода. Проверка мощности электродвигателя. Определение средневзвешенного КПД Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока Электромеханические переходные процессы в электроприводе с ДПТ при питании его от тиристорного преобразователя (система ТП-ДПТ) Электромеханические системы с синхронными электродвигателями	Курсовой проект, все разделы.	Зачет Экзамен, вопросы: 2, 3, 29
ПК.6/ПТ	у4. уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	Аналоговые и дискретные датчики скорости и положения Аналоговый индуктивный датчик положения Бесконтактные выключатели - емкостные датчики положения Бесконтактные выключатели - индуктивные датчики положения Бесконтактные выключатели - оптические датчики положения Виды сигналов, используемых в автоматических системах. Модуляция, виды и особенности. Унифицированные сигналы напряжения, тока, частоты. Преимущества и недостатки токовой петли Вторичные источники питания элементов автоматических систем - стабилизаторы напряжения Датчик давления Датчики тока и напряжения. Гальваническое разделение цепей Датчики уровня. Типы, устройство, характеристики, условия применения Дискретный датчик положения - инкрементальный энкодер Индуктивные, емкостные и оптические бесконтактные выключатели Классификация датчиков давления Классификация датчиков температуры объектов, контактные и бесконтактные датчики, свойства	Отчет по лабораторной работе РГЗ, все разделы.	Зачет, вопросы: 1-15

		металлических и полупроводниковых датчиков, термопары, пирометры Общая характеристика элементов автоматических систем. Основные понятия и определения ПИД-регуляторы, виды, схемы, особенности применения и настройки Преобразователи сигналов, назначение, схемы, особенности Стабилизатор напряжения импульсный Стабилизатор напряжения компенсационного типа Терморезисторы и термопары Характеристики и особенности датчиков расхода жидкости и газа		
ПК.9/ПТ способность составлять и оформлять типовую техническую документацию	з2. знать методику составления технического задания (структура, объем, содержание) на разработку электротехнической установки	Расчет динамических режимов в электроприводе по системе Г-Д Расчет тахограмм и нагрузочных диаграмм производственного механизма. Предварительное определение мощности электродвигателя Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока Этапы разработки ЭМС	Курсовой проект, все разделы.	Экзамен, вопросы: 1, 2, 3
ПК.9/ПТ	у2. уметь обследовать промышленную установку и составлять техническое задание на ее разработку	Основные положения по проектированию электромеханических систем Перспективы развития автоматизированного электропривода Расчет динамических режимов в электроприводе по системе Г-Д Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока Этапы разработки ЭМС	Курсовой проект, все разделы.	Экзамен, вопросы: 1, 2, 3

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.9/ПТ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.9/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12, второй вопрос из диапазона вопросов 13-24 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 5

к зачету по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

1. Принцип действия, характеристики и параметры бесконтактного индуктивного датчика щелевого типа
2. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Аносов В.Н.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать принцип действия датчиков, бесконтактных выключателей, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 1 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может принцип действия датчиков, при этом не имеет достаточно знаний по ПИД-регуляторам, либо источникам и стабилизаторам напряжения оценка составляет *от 2 до 10 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов

управления, принцип действия датчиков, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *от 11 до 16 баллов*.

• Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, способен выбрать соответствующий датчик по принципу действия, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *от 17 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 8 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

1. Принцип действия, характеристики и параметры бесконтактного индуктивного датчика щелевого типа
2. Принцип действия, характеристики и параметры бесконтактного индуктивного датчика торцевого типа
3. Принцип действия, характеристики и параметры бесконтактного оптического датчика щелевого типа
4. Принцип действия, характеристики и параметры инкрементального энкодера
5. Принцип действия, характеристики и параметры абсолютного энкодера
6. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков тока
7. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков напряжения
8. Принцип действия, характеристики и параметры терморезисторов
9. Принцип действия, характеристики и параметры термопар
10. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков давления
11. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков напора
12. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков расхода жидкости
13. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков расхода газа
14. Принцип действия, характеристики и параметры бесконтактного емкостного датчика
15. Принцип действия, характеристики и параметры датчиков уровня
16. Принцип действия интеллектуальных логических реле
17. Принцип действия электронных командо контроллеров
18. Принцип действия промышленных логических контроллеров
19. Принцип действия интегрированного в интеллектуальное реле либо программируемого логического контроллера ПИД регулятора
20. Особенности интегрированных ПИД регуляторов
21. Импульсные стабилизаторы напряжения
22. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа
23. Преобразователи сигналов, назначение, особенности, ограничения в применении
24. Датчики на основе эффекта Холла, отличительные черты, область использования

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты изучают один из видов типовых производственных механизмов в соответствии с назначенным вариантом.

При выполнении расчетно-графического задания студенты выполнить описание режимов работы, составляется структурную и электрическую принципиальную схему системы автоматизированного электропривода типового производственного механизма.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Описание типового производственного механизма
 - 1.1. Кинематическая схема типового производственного механизма.
 - 1.2. Принцип действия, режимы работы типового производственного механизма.
 - 1.3. Статические и динамические характеристики регулируемого типового производственного механизма.
 - 1.4. Выводы.
2. Система автоматизированного электропривода и его структурная схема
 - 2.1. Обоснование выбора системы автоматизированного электропривода для типового производственного механизма.
 - 2.2. Разработка структурной схема системы автоматизированного электропривода типового производственного механизма.
 - 2.3. Выводы.
3. Электрическая схема автоматизированного электропривода
 - 3.1. Разработка схема электрической принципиальной системы автоматизированного электропривода типового производственного механизма.
 - 3.2. Выбор элементов электрической схемы автоматизированного электропривода.
 - 3.3. Выводы.

Перечень графического материала:

- Кинематическая схема, статические и динамические характеристики регулируемого типового производственного механизма.
- Электрическая и структурная схемы автоматизированного электропривода типового производственного механизма.
- Общий вид и конструктивное исполнение элементов электрической схемы автоматизированного электропривода.

Оцениваемые позиции: оформление работы согласно ГОСТ 2.105-95, полнота и точность изложения материала, рациональность выбора системы автоматизированного электропривода, точность при составлении структурной и электрических схем автоматизированного электропривода, точность при выборе элементов электрической схемы, качество оформления графического материала.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ типового производственного механизма, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала

неудовлетворительное, оценка составляет от 0 до 1 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально: анализ типового производственного механизма выполнен поверхностно, структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет от 2 до 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, если анализ типового производственного механизма выполнен подробно, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена, а ее элементы выбраны без достаточного обоснования, хорошее качество графического материала, оценка составляет от 11 до 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, если анализ типового производственного механизма выполнен подробно, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет от 17 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за РГЗ в общей оценке по дисциплине равен 1.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 20), задающих тип механизма, для которого необходимо выполнить описание режимов работы, составить структурную и электрическую принципиальные схемы. Например: 5.

Таблица вариантов расчетно-графического задания

№ варианта	Тип электроэнергетической или электротехнической установки, или электротехнического комплекса
1.	Автоматизированный электропривод механизма непрерывного транспорта (на примере конвейера)
2.	Автоматизированный электропривод грейферного крана
3.	Автоматизированный электропривод цехового мостового подъемного крана
4.	Автоматизированный электропривод шахтной подъемной машины
5.	Автоматизированный электропривод центробежного насоса
6.	Автоматизированный электропривод системы вентиляции и кондиционирования

7.	Автоматизированный электропривод ротационной печатной машины
8.	Автоматизированный электропривод комплекса с многопозиционным прессом
9.	Автоматизированный электропривод главного движения продольно-строгального станка
10.	Автоматизированный электропривод поршневого компрессора
11.	Тяговый автоматизированный электропривод трамвая
12.	Автоматизированный электропривод буровой установки
13.	Автоматизированный электропривод прокатного стана
14.	Автоматизированный электропривод пассажирского лифта
15.	Автоматизированный электропривод одноковшевого экскаватора
16.	Автоматизированный электропривод роторного экскаватора
17.	Автоматизированный электропривод дробильного комплекса
18.	Тяговый автоматизированный электропривод троллейбуса
19.	Автоматизированный электропривод резательного оборудования
20.	Автоматизированный электропривод черпающей драги

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Паспорт экзамена

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15, второй вопрос из диапазона вопросов 16-31 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 8

к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

1. Системный подход при проектировании ЭМС. Этапы проектирования. Составление технического задания, его содержание.
2. Математическое описание линеаризованной системы Г-Д для исследования переходных процессов в 1-ой зоне регулирования без учета электромагнитной инерции якорной цепи.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ _____ Аносов В.Н.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные при составлении уравнений движения и электромагнитных процессов, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 4 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, представляет физику явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 5 до 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

физических процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *от 21 до 30 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *от 31 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

Тема 1. Основные положения по проектированию электромеханических систем.

1. Системный подход при проектировании ЭМС. Этапы проектирования. Составление технического задания, его содержание.

2. Выбор силового электрооборудования и редуктора. Расчет оптимального передаточного числа редуктора, обеспечивающего максимальное быстродействие электропривода.

3. Методы проверки силового электрооборудования по нагреву и на перегрузочную способность.

Тема 2. Динамика разомкнутых электромеханических систем.

4. Классификация переходных процессов в разомкнутых ЭМС. Механические переходные процессы при $M_{дин}(\omega) = const$ и $M_{дин}(\omega)$ - линейная функция.

5. Методы расчета механических переходных процессов при $M_{дин}(\omega)$ - нелинейная функция: метод линейно - кусочной аппроксимации нелинейных механических характеристик, численные методы с использованием вычислительной техники.

6. Механические переходные процессы при реостатном пуске ДПТ НВ и АД с фазным ротором.

7. Механические переходные процессы при торможении противовключением и динамическом ДПТ НВ и АД с фазным ротором.

8. Механические переходные процессы при прямом пуске и динамическом торможении АД с КЗР.

9. Механические переходные процессы при ударном приложении нагрузки. Маховиковый электропривод. Расчет величины момента инерции маховика.

10. Методика экспериментального определения электромагнитных постоянных времени обмоток возбуждения электрических машин и момента инерции электропривода.

11. Электромеханические переходные процессы в электроприводе

постоянного тока с ДПТ НВ при неизменном напряжении питающей сети.

12. Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока с ДПТ НВ при изменении магнитного потока.

13. Математическая модель для структурного моделирования электромеханических переходных процессов с ДПТ НВ.

14. Математическая модель для структурного моделирования электромеханических переходных процессов с ДПТ ПВ.

15. Математическая модель для структурного моделирования электромеханических переходных процессов с ДПТ СВ.

16. Математическое описание линеаризованной системы Г-Д для исследования переходных процессов в 1-ой зоне регулирования без учета электромагнитной инерции якорной цепи.

17. Математическое описание нелинейной системы Г-Д с гонным асинхронным двигателем. Структура модели, учитывающая изменение скольжения АД, в функции нагрузки на валу.

18. Структура математической модели нелинейной системы Г-Д, обеспечивающей расчет переходных процессов с форсировкой.

19. Математическое описание идеализированной обобщенной машины в естественных координатных осях статора и ротора.

20. Прямое и обратное преобразование поворота координатных осей обобщенной 2-х фазной машины.

21. Математическое описание идеализированной машины в координатных осях, вращающихся со скоростью:

$$\text{а) } \omega_k = 0 \quad \text{б) } \omega_k = \omega \quad \text{в) } \omega_k = \omega_0$$

22. Преобразование уравнений 2-х фазной асинхронной машины к векторной форме.

23. Математическое описание 3-х фазной асинхронной машины в естественных координатных осях.

24. Фазные преобразования 3-х фазной асинхронной машины к 2-х фазной.

25. Преобразование уравнений в системе $\psi_3 - \psi_2$ в координатных осях, вращающихся со скоростью $\omega_k = \omega_0$. Структура математической модели асинхронного электропривода.

Тема 3. Электромеханические системы с синхронными электродвигателями.

29. Преимущества применения синхронных электродвигателей в нерегулируемых (по скорости) электроприводах переменного тока. Работа синхронного электродвигателя в режиме компенсатора реактивной мощности.

30. Функциональная схема синхронного электропривода с автоматическим регулированием возбуждения (АВР).

31. Принципы построения схем управления пуском синхронного электропривода. Схемы включения обмоток статора и ротора, влияние одноосного включения обмотки ротора, на режим пуска.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 8 семестр

1. Методика оценки.

В курсовой работе проектируется электропривод, исследуются динамические характеристики.

Обязательные структурные части курсовой работы:

1. Введение.

1.1.1 Полное наименование ЭМС

1.1.2 Основание для разработки ЭМС.

1.1.3 Сроки начала и окончания разработки ЭМС.

1.1.4 Наименование участников (организаций), разрабатывающих ЭМС.

1.2 Характеристика технологического объекта, для которого разрабатывается ЭМС

1.2.1 Необходимые сведения о технологическом оборудовании, в том числе: об уровне механизации и автоматизации технологического процесса, кинематические схемы механизмов, массогабаритные показатели, данные об инерционности движущихся частей. Данные о силах и моментах статического сопротивления.

1.2.2 Данные о входных и выходных характеристиках технологического процесса, его регламенте, режимах работы, скоростях движения, ускорениях, ограничениях по максимально допустимым моментам нагрузки, продолжительности включения, длительности цикла.

1.2.3 Перечень используемых источников энергии и их характеристики: электросеть напряжением до 1000 В или выше, автономные генераторы или источники тока, род тока, ограничения по мощности, требования по минимизации потерь мощности.

1.2.4 Сведения об условиях эксплуатации технологического и электрического оборудования: характеристики перемещений, в которых будет находиться оборудование; агрессивность окружающей среды; перепад температур; высота над уровнем моря; климатические условия.

1.3 Назначение ЭМС

1.3.1 Цель и задачи, выполняемые разрабатываемой ЭМС (для чего предназначена).

1.3.2 Сведения о дальнейшем (после окончания разработки) перспективном планировании совершенствования и развития ЭМС.

1.4 Техничко-экономические показатели ЭМС.

1.4.1 Годовая экономическая себестоимость ($\mathcal{E}_{\text{свб}}$) от снижения технологической или цеховой себестоимости продукции.

1.4.2 Годовой экономический эффект (\mathcal{E}_r).

1.4.3 Коэффициент экономической эффективности ($E_э$)

1.4.4 Срок окупаемости затрат ($T_{\text{ок}}$) на разработку ЭМС

1.5 Требования к ЭМС

1.5.1 Технические требования

1.5.1.1 Диапазон регулирования координат электропривода (скорости, момента, напряжения, мощности, положения)

1.5.1.2 Статическая точность регулирования координат

1.5.1.3 Требования к динамическим характеристикам: быстродействие, плавность,

допустимое перерегулирование, ограничение ускорения, ограничения рывков.

1.5.2 Энергетические требования

1.5.2.1 Минимизация потерь энергии

1.5.2.2 Ограничения пусковых токов.

1.5.2.3 Регулирование $\cos\varphi$

1.5.2.4 Требование по защите от аварии, блокировкам и сигнализации

1.5.3 Требования по надёжности.

1.5.4 Требование по защите от аварий, блокировкам и сигнализации.

1.5.5 Экологические требования

1.5.6 Требования по охране труда.

1.5.7 Требования по патентной чистоте.

1.5.8 Дополнительные требования, согласованные с заказчиком.

1.6 Требования к заказчику по подготовке объекта к проектированию ЭМС

1.6.1 Перечень основных работ по подготовке объекта к проектированию ЭМС

1.6.2 Перечень мероприятий, обеспечивающих подготовку оперативного и ремонтного персонала, для обслуживания ЭМС.

1.6.3 Перечень требований к основному технологическому оборудованию, связанному с разработкой ЭМС, выполняемых заказчиком.

1.7 Состав и содержание работ с указанием стадий и этапов.

1.7.1 План-график работ с указанием стадий и этапов.

1.7.2 Сроки выполнения работ.

1.7.3 Ответственный исполнитель (организация)

1.8.1 Заключение и выводы по работе.

18.2 Список литературы.

Этапы выполнения и защиты: Студентам выдается задание на курсовую работу. Студенты последовательно выполняют все структурные части работы. Далее курсовая работа сдается на проверку, после которой студент устраняет сделанные замечания (при наличии таковых). Заключительным этапом аттестации по курсовой работе является ее защита. На защите преподаватель просит студента пояснить выполнение отдельных разделов курсовой работы, задает вопросы по теоретическому курсу, связанному с выполнением работы.

Оцениваемые позиции: оформление работы согласно ГОСТ 2.105-95, полнота и точность изложения материала, правильность построения нагрузочных и скоростных диаграмм электропривода, точность при расчёте мощности и выборе электродвигателя электропривода, качество оформления графического материала.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части курсовой работы. Мощность электродвигателя рассчитана не верно, двигатель по мощности выбран не правильно, нагрузочная диаграмма построена не верно, при защите курсовой работы студент не может дать внятных пояснений по пунктам выполнения работы, оценка составляет от 0 до 50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части курсовой работы выполнены формально: нагрузочные диаграммы построены правильно, но по мощности электродвигатель выбран не корректно (с чрезмерно большим запасом, либо вообще без запаса по мощности), построение статических механических и скоростных характеристик выполнено с ошибками, энергетические показатели электропривода имеют не высокие значения, низкое качество графического материала, при защите курсовой работы студент дает четких ответов и пояснений по пунктам выполнения работы, оценка составляет от 51 до 73 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, нагрузочные диаграммы построены правильно, по

мощности электродвигатель выбран корректно, построение статических механических и скоростных характеристик выполнено без ошибок, хорошее качество графического материала, при защите курсовой работы студент дает верные но не полные ответы по пунктам выполнения работы и теоретическому курсу, связанному с выполнением работы, оценка составляет *от 74 до 86 баллов*.

- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, нагрузочные диаграммы построены правильно, по мощности электродвигатель выбран корректно, построение статических механических и скоростных характеристик выполнено без ошибок, энергетические показатели электропривода имеют высокие значения, качество графического материала отличное, при защите курсовой работы студент дает правильные и полные ответы по пунктам выполнения работы и теоретическому курсу, связанному с выполнением работы, оценка составляет *от 87 до 100 баллов*.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за курсовую работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за курсовую работу в общей оценке по дисциплине равен 0,25.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Предусматривается четыре задания на проектирование.

Задание 1. Электропривод рольганга перед ножницами для пореза прокатного металла на заготовки.

Задание 2. Электропривод передвижения стола продольно-строгательного станка.

Задание 3. Электропривод грузоподъемной тележки.

Задание 4. Электропривод тележки мостового крана.

Каждое из указанных значений имеет по 13-18 вариантов.

Студентам распределяется номер задания (1-4) и номер варианта параметров для таблиц, приведенных ниже.

Технические данные механизма передвижения тележки мостового крана

Обозначения	Наименование показателя	Размерность	Варианты														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m_0	Масса тележки	кг·10 ³	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	10	10
m_T	Масса груза	кг·10 ³	8	10	12	12	15	18	20	20	24	24	28	30	32	35	40
V_{max}	Максимальная скорость передвижения	м/с	1,1	1,2	1,0	1,4	1,2	1,3	1,5	1,4	1,7	1,5	1,36	1,45	1,4	1,4	1,6
V_{min}	Пониженная скорость передвижения	м/с	0,3	0,4	0,25	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,3	0,25	0,3	0,2	0,3	0,4
l	Общая длина пути передвижения тележки	м	10	12	10	15	12	16	18	18	20	18	17	16	15	14	18
l_{min}	Длина пути передвижения на пониженной скорости	м	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,7
a	Допустимое ускорение	м/с ²	1,0	0,9	0,75	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	0,8	1,0	1,1	1,1
Z	Число циклов в час	1/ч	50	40	40	60	70	55	50	50	55	50	45	80	70	60	55
D_k	Диаметр ходового колеса	м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
$d_{\text{ц}}$	Диаметр цапфы	м	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
$\eta_{\text{мех}}$	КПД механизма		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Вариант задания состоит из трех арабских цифр, отделенных друг от друга «точкой»: первая цифра (от 1 до 60), задает типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока (см. Таблица. 1); вторая цифра (от 1 до 3), задает требуемый диапазон регулирования скорости разрабатываемого электропривода (см. Таблица. 2); третья цифра (от 2 до 3), задает структуру для синтеза системы управления реверсивным вентильным преобразователем (см. Таблица. 3). Например: 5.1.3.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Пояснить выбор мощности электродвигателя.
2. Пояснить способы построения нагрузочной диаграммы для механизма грузоподъемной тележки
3. Пояснить способы построения нагрузочной диаграммы для механизма тележки мостового крана
4. Пояснить способы построения нагрузочной диаграммы для механизма стола продольно-строгательного станка
5. Пояснить способы построения нагрузочной диаграммы для механизма рольганга перед ножницами для пореза прокатного металла на заготовки
6. Пояснить способы построения нагрузочной диаграммы для механизма тележки мостового крана.
7. Пояснить способы построения скоростной диаграммы для механизма стола продольно-строгательного станка
8. Пояснить способы построения механической характеристики для механизма стола продольно-строгательного станка

9. Пояснить способы построения скоростной характеристики электродвигателя для механизма стола продольно-строгательного станка
10. Пояснить способы построения скоростной характеристики электродвигателя для механизма рольганга перед ножницами для пореза прокатного металла на заготовки
11. Пояснить способы построения скоростной характеристики электродвигателя для механизма тележки мостового крана.
12. Пояснить способы построения скоростной характеристики электродвигателя для грузоподъемной тележки
13. Пояснить рациональность выбора типа электродвигателя для механизма стола продольно-строгательного станка
14. Пояснить рациональность выбора типа электродвигателя для механизма грузоподъемной тележки.
15. Пояснить рациональность выбора типа электродвигателя для механизма тележки мостового крана
16. Пояснить рациональность выбора типа электродвигателя для механизма
17. Пояснить рациональность выбора типа электродвигателя для механизма рольганга перед ножницами для пореза прокатного металла на заготовки
18. Пояснить построение принципиальной схемы пуска механизма для механизма стола продольно-строгательного станка
19. Пояснить способы торможения электропривода для механизма стола продольно-строгательного станка
20. Пояснить способы разгона электропривода для механизма стола продольно-строгательного станка