«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Электрический привод

: 13.03.02

, :

: 4, : 7

		7
1	()	4
2		144
3	, .	83
4	, .	36
5	, .	18
6	, .	18
7	, .	36
8	, .	2
9	, .	9
10	, .	61
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:	
6.	,
11.	,
9.	,
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; в части следующих результатов обучения:	
1.	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность обрабатывать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
2.	
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.	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
1.	

2.

2.1

.2. 6	
1. основные принципы построения электротехнических систем, математические модели их элементов и типовые методы анализа и синтеза, области применения этих методов, основные статические и динамические характеристики электротехнических объектов	; ; ;
.2. 9	
2. преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	; ;
.2. 11	

3.на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	;	;
.2. 2		
4.выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	;	;
.3. 1		
5.методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	;	;
.5. 4		
6.методику расчета и выбора силового электрооборудования	;	;
.6. 1		
7.выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	;	;
.7. 1		
8.основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	;	;

3.

3.1

	,	.		
: 7				
:				
1.	1	2	1	,

<p>3.</p> <p>· ,</p> <p>()</p> <p>·</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>	
<p>7.</p>	<p>1</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<p>,</p>
<p style="text-align: center;">:</p> <p style="text-align: right;">()</p>				
<p>4.</p> <p>()</p> <p>().</p> <p>().</p> <p>· ,</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>·</p> <p>()</p> <p>·</p> <p>()</p> <p>·</p> <p>:</p> <p>,</p> <p>·</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	<p>2</p>	<p>,</p> <p>·</p>

4.	(-)	2	4	1, 3, 4, 6	, .
----	-------	---	---	------------	--------

3.3

		, .			
--	--	-----	--	--	--

:7

:

2.		2	3	1, 7, 8	, .
----	--	---	---	---------	--------

:

1.	,	2	3	2, 6	, .
----	---	---	---	------	--------

3.	,	1	2	1, 2, 8	, .
----	---	---	---	---------	--------

4.	,	1	2	4, 8	, . . .
----	---	---	---	------	------------------

11.	-	1	2	7	, .
-----	---	---	---	---	--------

:

()

5.	-	2	3	5	- . .
----	---	---	---	---	-------------

6.		2	3	5,8	
----	--	---	---	-----	--

3.4

		,	.		
--	--	---	---	--	--

:7

:

13.		0	6	1	
-----	--	---	---	---	--

14.		0	6	4	
-----	--	---	---	---	--

: ()

15.		0	5	3	
-----	--	---	---	---	--

:

16.	(, ,)	0	15	1	(, ,)
-----	---------	---	----	---	---------

17.		0	5	1,5	
-----	--	---	---	-----	--

4.

--	--	--	--	--

:7

1		2, 6, 7	10	3
---	--	---------	----	---

	<p>140600 "</p> <p>, 2006. - 33, [2] .. -</p> <p>http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar</p>	1, 2	7	4
2	<p>140400 - "</p> <p>, 2011. - 28 .. -</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922</p> <p>[]/ .. ; .. - - - - , [2014]. -</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030.</p> <p>, .. ; .. - - - - , 2014. - 78, [1] .. - - - -</p> <p>: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480</p> <p>- / [.. .] ; .. - - - - ,</p> <p>2009. - 73, [1] .. - - - - :</p> <p>http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf</p> <p>- 4</p> <p>140600 "</p> <p>, 2006. - 33, [2] .. -</p> <p>: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar</p>	1, 2	7	4
3	<p>[]: .. - [1</p> <p>4, 5]/ .. ; .. - - - - , [2014]. -</p> <p>: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231.</p> <p>: - / .. ; .. - - - -</p> <p>, 2008. - 70, [1] .. - - - - :</p> <p>http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar</p> <p>140400 - "</p> <p>, 2011. - 28 .. -</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922</p> <p>[]: .. - [4</p> <p>] / .. ; .. - - - - , [2014]. -</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030.</p> <p>: - / .. - - - - , 2014. - 78, [1] .. - - - -</p> <p>: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480</p> <p>- / [.. .] ; .. - - - - ,</p> <p>2009. - 73, [1] .. - - - - :</p> <p>http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf</p> <p>- 4</p> <p>140600 "</p> <p>, 2006. - 33, [2] .. -</p> <p>: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar</p>	5, 6, 7, 8	7	2
4		1, 3, 4, 5	37	0

3.4 : :
 , / ; - . - , 2008. - 70,
 [1] . : . , . - : <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar>
 :
 140400 - " " /
 - ; [.] . - , 2011. - 28 . : . , . -
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922
 [.] : . - [.] 4 ,
] / ; - . - , [2014]. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030 . - :
 ; - . - , 2014. - 78, [1] . : . , . -
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480 :
 - / [.] ; - . - ,
 2009. - 73, [1] . : . , . - :
<http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf> :
 - 4 , " /
 140600 " ,
 - ; [.] . - , 2006. - 33, [2] . : . -
 : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail:pankrats79@mail.ru
	e-mail:pankrats79@mail.ru

5.2

1		.2; .3; .2; .5; .6; .7;
<p>Формируемые умения: з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах; з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств; з4. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования; з6. знать основные принципы построения электротехнических систем, математические модели их элементов и типовые методы анализа и синтеза, области применения этих методов, основные статические и динамические характеристики электротехнических объектов; у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках; у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты; у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию; у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем</p>		
<p>Краткое описание применения: Обсуждение результатов практических занятий и лабораторных работ</p>		

2		.2; .3; .2; .5; .6; .7;
<p>Формируемые умения: з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах; з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств; з4. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования; з6. знать основные принципы построения электротехнических систем, математические модели их элементов и типовые методы анализа и синтеза, области применения этих методов, основные статические и динамические характеристики электротехнических объектов; у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках; у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты; у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию; у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем</p>		
<p>Краткое описание применения: Отвечают на вопросы, рассуждают.</p>		

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 7		
Лабораторная: выполнение	5	10
<p>[4 () " [2014]. -]:</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - "</p>		
Практические занятия:	5	10
-		
РГЗ:	20	40
<p>- . 2008. - 70, [1] : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar"</p>		
Экзамен:	20	40
-		

6.2

6.2

.2	6.		+

	11.		+
	9.		+
.3	1.		+
.2	2.	+	
.5	4.	+	+
.6	1.		+
.7	1.		+

1

7.

1. Симаков Г. М. Автоматизированный электропривод : учебное пособие / Г. М. Симаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 133, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/10_simakov.pdf

2. 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.

3. 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.

4. 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.

1. Ковчин С. А. Теория электропривода : учебник для вузов по напр. "Автоматизация и управление" и спец. "Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов" / С. А. Ковчин, Ю. А. Сабинин. - СПб., 2000. - 496 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar>
2. Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480
3. Автоматизированный электропривод : программа курса, методические указания и контрольные задания для заочного факультета направления 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Т. Сысенко]. - Новосибирск, 2011. - 28 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922
4. Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf>
5. Основы электропривода : методические указания к расчетно-графической работе для 4 курса электромеханического факультета, обучающихся по направлению 140600 " Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. Д. Абакумов]. - Новосибирск, 2006. - 33, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar

8.2

1 Windows

2 Office

9.

-

1		
2		
3		

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрический привод

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрический привод приведена в Таблице 1.

Таблица 1

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	з6. знать основные принципы построения электротехнических систем, математические модели их элементов и типовые методы анализа и синтеза, области применения этих методов, основные статические и динамические характеристики электротехнических объектов	Задачи и структура учебной дисциплины Основные механические узлы и кинематические схемы механической части силового кабеля электропривода. Силы и моменты, действующие в механической части силового кабеля электропривода. Типовые нагрузки механической части. Уравнения движения электропривода с учетом и без учета упругости в кинематических звеньях электропривода. Трех-, двухмассовые упругие и одномассовая жесткая системы электропривода. Приведение движущихся масс, жесткостей связей, нагрузок к расчетной скорости движения. Составление расчетных схем механической части электропривода. Механическая часть электропривода как объект управления. Передаточные функции. Структурные схемы.		Экзамен, вопросы 1-3, 5-13, 16, 17, 27
ОПК.2	у11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными машинами Физические процессы в электроприводе с машинами постоянного тока (ДПТ) Электромеханические свойства и характеристики (ДПТ). Уравнения динамических и статических		Экзамен, вопросы 4-15, 29-32

		<p>характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Естественная характеристика.</p> <p>Искусственные характеристики, получаемые при изменении активного сопротивления в якорной цепи, величины магнитного потока, напряжения на якоре двигателя. Характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением (ДПТ ПВ) и их отличительные особенности. Характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением (ДПТ СВ) и их отличительные особенности. ДПТ как объект управления. Два канала управления воздействуют на электрическую часть силового канала электропривода: канал управления напряжением, подводимого к якору электродвигателя и канал управления его магнитным потоком. Способы регулирования скорости ДПТ.</p>		
ОПК.2	<p>у13. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты</p>	<p>Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе.</p> <p>Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии.</p> <p>Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик.</p>		<p>Экзамен, вопросы 4-22</p>
ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<p>з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах</p>	<p>Выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов принципиальной электрической схемы управления асинхронным электроприводом механизма подъема. Изучение принципиальной электрической схемы электропривода постоянного тока с релейно-контакторным управлением для механизма подъема. Расчеты по выбору резисторов для пусковых и тормозных сопротивлений электропривода механизма подъема. Проверка резисторов по нагреву, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты. Режимы и физические процессы</p>	<p>РГЗ, все разделы</p>	<p>Экзамен, вопросы 2-22</p>

		<p>электромеханического преобразования энергии в электроприводе.</p> <p>Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс</p> <p>электромеханического преобразования энергии.</p> <p>Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик. Режимы работы электроприводов: продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный (ПКР).</p> <p>Продолжительность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы электропривода.</p> <p>Основы теории нагрева электрической машины. Уравнение теплового баланса.</p> <p>Выбор мощности электродвигателей для электропривода.</p> <p>Предварительный выбор мощности. Проверка выбранного двигателя по нагреву и на перегрузочную способность. Прямой и косвенные способы проверки мощности электродвигателя по нагреву: метод средних потерь, метод эквивалентных (среднеквадратичных) величин тока, момента, мощности. Элементы проектирования электропривода. Три этапа проектирования: 1. обследование технического объекта, формулирование требований к электроприводу, составление технического задания на проектирование. 2. разработка технического проекта 3. разработка рабочего проекта, заказ электрооборудования</p>		
ПК.2/НИ способность обрабатывать результаты экспериментов	у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	<p>Основные механические узлы и кинематические схемы механической части силового кабеля электропривода. Силы и моменты, действующие в механической части силового кабеля электропривода.</p> <p>Типовые нагрузки механической части.</p> <p>Уравнения движения электропривода с учетом и без учета упругости в кинематических звеньях электропривода. Трех,- двухмассовые упругие и одномассовая жесткая системы электропривода.</p> <p>Приведение движущихся</p>	РГЗ, все разделы	

		<p>масс, жесткостей связей, нагрузок к расчетной скорости движения. Составление расчетных схем механической части электропривода.</p> <p>Механическая часть электропривода как объект управления. Передаточные функции. Структурные схемы. Показатели регулирования скорости. Пуск электродвигателей. Способы пуска. Требования и ограничения. Требования и ограничения. Реостатный пуск ДПТ и АД с кольцами при питании от сета с неизменным напряжением. Построение пусковой диаграммы, расчет ступеней пускового реостата. Расчет механических переходных процессов при реостатном пуске. Прямой пуск АД с КЗР. Расчет механических переходных процессов при прямом пуске АД с КЗР. Пуск ДПТ и АД при питании их от отдельных управляемых силовых преобразователей мощности (в системах УП-Д) Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе.</p> <p>Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик. Режимы работы электроприводов: продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный (ПКР). Продолжительность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы электропривода.</p> <p>Основы теории нагрева электрической машины. Уравнение теплового баланса. Выбор мощности электродвигателей для электропривода. Предварительный выбор мощности. Проверка выбранного двигателя по нагреву и на перегрузочную способность. Прямой и косвенные способы проверки мощности электродвигателя по нагреву: метод средних потерь, метод эквивалентных (среднеквадратичных)</p>		
--	--	--	--	--

		<p>величин тока, момента, мощности. Элементы проектирования электропривода. Три этапа проектирования: 1. обследование технического объекта, формулирование требований к электроприводу, составление технического задания на проектирование. 2. разработка технического проекта 3. разработка рабочего проекта, заказ электрооборудования</p> <p>Торможение электроприводов</p>		
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	з4. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	<p>Пуск электродвигателей. Способы пуска. Требования и ограничения. Требования и ограничения. Реостатный пуск ДПТ и АД с кольцами при питании от сети с неизменным напряжением. Построение пусковой диаграммы, расчет ступеней пускового реостата. Расчет механических переходных процессов при реостатном пуске. Прямой пуск АД с КЗР. Расчет механических переходных процессов при прямом пуске АД с КЗР. Пуск ДПТ и АД при питании их от отдельных управляемых силовых преобразователей мощности (в системах УП-Д) Расчет статических, естественной и искусственных характеристик электродвигателей</p>	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы 2, 3, 30, 31
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	<p>Пуск электродвигателей. Способы пуска. Требования и ограничения. Требования и ограничения. Реостатный пуск ДПТ и АД с кольцами при питании от сети с неизменным напряжением. Построение пусковой диаграммы, расчет ступеней пускового реостата. Расчет механических переходных процессов при реостатном пуске. Прямой пуск АД с КЗР. Расчет механических переходных процессов при прямом пуске АД с КЗР. Пуск ДПТ и АД при питании их от отдельных управляемых силовых преобразователей мощности (в системах УП-Д) Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая</p>		Экзамен, вопросы 2, 3

		(скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик.		
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	Функции, выполняемые СУЭП. Простые и сложные функции управления. Схемы СУЭП - функциональные, структурные, электрические, принципиальные, компоновочные, внешних соединений и другие. Действующие ГОСТ на условные и буквенно-цифровые обозначения в схемах СУЭП. Принципы построения СУЭП, реализующих сложные функции управления. Использование систем подчиненного регулирования параметров (СПР) в современных замкнутых СУЭП постоянного и переменного тока. Общие сведения о синтезе регуляторов таких систем. Принципы построения СУЭП, реализующих простые функции управления: автоматический пуск в функции времени, тока якоря (ротора), ЭДС, скорости; автоматизация торможения противовключением с последующим реверсом, автоматизация режима динамического торможения. Защиты, применяемые в СУЭП.		Экзамен, вопросы 24-28

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ.

Форма проведения экзамена – устная по билетам. В каждом билете представлено два вопроса, на которые студент должен дать развернутый ответ. Время подготовки к ответам на вопросы билета составляет не более 1 часа. В ходе ответа студента, экзаменатор имеет право задавать дополнительные уточняющие вопросы в рамках тематик вопросов билета.

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

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

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, ОПК.3, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.7/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 экзамена

по дисциплине «Электрический привод», 7 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 16-32 (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 № 1

к экзамену по дисциплине «Электрический привод»

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 _____ В.Н. Аносов
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает основных определений и не способен классифицировать режимы работы электроприводов, не способен составлять и описывать уравнения движения и уравнения электромагнитных процессов электропривода, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает основные определения и приводит классификацию режимов работы электроприводов, составляет и описывает уравнения движения и уравнения электромагнитных процессов электропривода, при этом затрудняется производить анализ структур автоматического управления электроприводом, оценка составляет *от 20 до 28 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает принципы построения систем автоматизированного электропривода, способен анализировать характеристики различных вариантов структур систем управления, разбирается в способах пуска и торможения электроприводов постоянного и переменного токов, однако не проявляет навыков в разработке систем регулирования, оценка составляет

от 29 до 34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет вопросами автоматизированного электропривода постоянного и переменного токов, способен предлагать собственные решения в вопросах разработки и проектирования систем регулирования типовых электроприводов, понимает процессы при пуске и торможении электроприводов, оценка составляет *от 35 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. Коэффициент учета баллов за экзамен в общей оценке по дисциплине равен 1.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрический привод»

Тема 1.1. Введение.

1. Электрический привод. Понятие. Назначение. Преимущества. Функциональная схема.

Тема 1.2. Механика электропривода.

2. Уравнение движения электропривода с учетом и без учета упругих связей в кинематических звеньях. Анализ уравнений.
3. Приведение реальной механической системы электропривода к эквивалентной расчетной. Определение приведенных значений моментов инерции, жесткостей упругих связей, сил и моментов сопротивления и движущих.

Тема 1.3. Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей, применяемых в электроприводе.

4. Механические и скоростные характеристики ДПТ НВ. Естественная и искусственная характеристики. Применение искусственных характеристик.
5. Пуск ДПТ-НВ: реостатный, в системах УП- Д.
6. Электрическое торможение ДПТНВ.
7. Регулирование скорости ДПТ НВ. Способы. Показатели регулирования. Сравнительная оценка различных способов.
8. Механические и скоростные характеристики ДПТ ПВ.
9. Электрическое торможение ДПТПВ.
10. Регулирование скорости ДПТ ПВ.
11. Механические и скоростные характеристики ДПТ СВ.
12. Электрическое торможение ДПТ СВ.
13. Регулирование скорости ДПТ СВ.
14. Электромеханические свойства и характеристики ДПТ НВ в системе Г-Д. Режимы пуска и торможения. Регулирование скорости. Энергетика.
15. Электромеханические свойства и характеристики ДПТ НВ в системе ТП- Д. Режимы пуска и торможения. Регулирование скорости. Энергетика.
16. Естественные механическая и скоростная характеристики АД.
17. Искусственные механические и скоростные характеристики АД: реостатные, при изменении напряжения, подводимого к статору, при изменении частоты тока статора.
18. Пуск асинхронных электродвигателей: прямой, реостатный, в системах ТРН- АД и

ТПЧ- АД.

19. Регулирование скорости АД.
20. Электромеханические характеристики и режимы работы АД в каскадных схемах включения.
21. Тормозные режимы АД.
22. Электромеханические свойства и характеристики многоскоростных АД КЗР.
23. Механическая и угловая характеристика синхронного двигателя с неявно и явно выраженными полюсами на роторе.

Тема 1.4. Системы управления и регулирования электроприводами (СУЭЦ).

24. Принципы построения СУЭП, реализующие простые функции управления. Схема управления ДПТ НВ, обеспечивающая автоматизацию пуска и торможения.
25. Схема управления АД с фазным ротором, обеспечивающая автоматизацию пуска, торможения и реверса.
26. СУЭП, реализующие сложные функции управления. Замкнутые СУЭП с подчиненным регулированием параметров. Структура 3-х контурной системы СПР.
27. Режимы работы системы ТП- Д с одной тиристорной группой и реверсорами в якорной цепи и в цепи обмотки возбуждения ДПТ- НВ.
28. Режимы работы и характеристики реверсивной системы ТП- Д с 2-мя тиристорными группами с совместными раздельным их управлением.

Тема 1.5. Энергетика электропривода.

29. Потери энергии в установившихся и переходных режимах работы электропривода.
30. Режимы работы электроприводов. Нагрев и охлаждение электрических машин.
31. Прямой и косвенные методы проверки мощности электродвигателя по нагреву.
32. Особенности расчета и выбора мощности электродвигателя при продолжительном, повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Электрический привод», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (РГЗ) по дисциплине студенты решают три задачи. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 45) – для двигателей постоянного тока, задающих типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока, для двигателей переменного тока варианты от 46 до 93, а также тип и параметры механизма, для которого необходимо выполнить описание режимов работы, составить структурную и электрическую принципиальные схемы. Например: 15.

Целью РГЗ является изучение и закрепление знаний по изучаемой дисциплине посредством практических расчетов различных параметров и характеристик электропривода конкретного механизма, в качестве которого используется механизм подъема перегрузочного крана.

Краткая характеристика РГЗ:

Каждому студенту выдается индивидуальное задание. Предусматривается выполнение расчетов либо для электропривода постоянного тока, либо для асинхронного электропривода.

РГЗ включает в себя три задачи.

В задаче №1 рассчитываются статические электромеханические характеристики, обеспечивающие различные режимы работы электропривода: реостатный пуск, ступенчатое регулирование скорости, электрическое торможение различными способами (динамическое, противовключением, генераторное с рекуперацией энергии в сеть).

В задаче №2 рассчитываются характеристики механических переходных процессов в режимах пуска и торможения.

Задача №3 предусматривает разработку принципиальной электрической схемы электропривода с релейно-контакторным управлением, выбор элементов схемы, в том числе, силовых резисторов.

Организация выполнения РГЗ:

На первой неделе семестра всем студентам выдается индивидуальный номер варианта РГЗ-1 и перечень рекомендуемой учебной, учебно-методической и справочной литературы, необходимой для выполнения работы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ электропривода, 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 10 до 19 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально: анализ электропривода выполнен поверхностно, структура системы автоматического

Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, $U_n = 220$ В, ПВ = 100 %, $p = 2$, $a = 1$															
Вариант	Тип	P_n кВт	I_n А	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	$J_{дв-2}$ кгм ²	N	$r_{я}^{*}) 10^{-1}$ Ом	$r_{дп}^{*}) 10^{-1}$ Ом	$r_{ов}^{*})$ Ом	$I_{овн}$ А	$W_{ов}$ витков	$\Phi_n 10^{-2}$ Вб	n пуск, ст
16	Д-41	16	86	690	3300	598	0,8	492	1,06	0,51	70	2,5	1480	1,76	4
17															3
18															5
19	Д-806	22	116	650	2600	872	1,0	372	0,675	0,4	65	2,7	1400	2,5	3
20															4
21															5
22	Д-808	37	192	575	2300	1635	2,0	278	0,34	0,2	44,4	3,93	1250	3,81	3
23															4
24															5
25	Д-810	55	280	550	2200	2550	3,6	234	0,332	0,115	46,2	3,9	1500	4,76	3
26															4
27															5
28	Д-21	5,5	31	1400	3600	98	0,12	690	3,56	1,51	136,4	1,2	1790	0,56	3
29															4
30															5
31	Д-22	8	43,5	1510	3600	137	0,15	522	2,02	1,08	132	1,35	1480	0,757	5
32															4
33															3

Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, $U_n = 220$ В, ПВ = 100 %, $p = 2$, $a = 1$															
Вариант	Тип	P_n кВт	I_n А	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	$J_{дв-2}$ кгм ²	N	$r_{я}^{*}) 10^{-1}$ Ом	$r_{дп}^{*}) 10^{-1}$ Ом	$r_{ов}^{*})$ Ом	$I_{овн}$ А	$W_{ов}$ витков	$\Phi_n 10^{-2}$ Вб	n пуск, ст
34	Д-31	12	64	1360	3600	225	0,3	492	1,37	1,11	120	1,45	1870	0,834	5
35															4
36															3
37	Д-32	18	94	1190	3300	382	0,42	342	0,86	0,36	102	1,7	1600	1,37	5
38															3
39															4
40	Д-41	24	124	1100	3000	559	0,8	310	0,43	0,41	70	2,5	1480	1,81	5
41															3
42															4
43	Д-808	32	165	1000	2600	823	1,0	246	0,31	0,16	65	2,7	1400	2,52	4
44															5
45															3

Асинхронные двигатели с фазным ротором серии 4МТФ(Н) 380 В, 50 Гц, ПВ = 40 %																			
Вариант	Тип	P_n кВт	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	$J_{дв}$ кгм ²	Статор						Ротор						п пуск, ст.
							I_{In} А	$\cos \varphi_1$	I_{Ixx} А	$\cos \varphi_{1xx}$	σ_1	r_1^* Ом	x_1 Ом	E_{2n} В	I_{2n} А	r_2^* Ом	x_2 Ом	$k_{тр}^2$	
46	4МТФ(Н)- 112L6	2,2	810	2500	55	0,035	7,2	0,76	5,51	0,135	1,084	2,97	3,11	144	11	0,565	3,95	5,9	3
47																			4
48																			5
49	4МТФ(Н)- 112LB6	3,7	900	2500	88	0,045	11,2	0,79	7,7	0,125	1,073	1,55	1,95	190	13,8	0,462	3,2	3,84	5
50																			4
51																			3
52	4МТФ(Н)- 132L6	5,5	915	2500	135	0,09	14,8	0,74	8,96	0,13	1,056	1,07	1,3	213	18,3	0,306	2,2	2,82	5
53																			3
54																			4
55	4МТФ(Н)- 132LB6	7,5	935	2500	190	0,11	18,2	0,77	11,1	0,11	1,053	0,68	0,98	242	20,7	0,3	1,44	2,22	5
56																			3
57																			4
58	4МТФ(Н)- 160L6	11	910	1900	325	0,23	32	0,76	23,5	0,120	1,087	0,35	0,59	179	41	0,072	1,01	4,31	5
59																			3
60																			4

Асинхронные двигатели с фазным ротором серии 4МТН(Н) 380 В, 50 Гц, ПВ = 40 %																			
Вариант	Тип	P_n кВт	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	$J_{дв}$ кгм ²	Статор						Ротор						п пуск, ст.
							I_{In} А	$\cos \varphi_1$	I_{Ixx} А	$\cos \varphi_{1xx}$	σ_1	r_1^* Ом	x_1 Ом	E_{2n} В	I_{2n} А	r_2^* Ом	x_2 Ом	$k_{тр}^2$	
61	4МТН(Н)- 200L8	15	710	1900	569	0,66	42	0,71	29,8	0,083	1,074	0,235	0,51	206	48,8	0,082	0,725	2,96	4
62																			3
63																			5
64	4МТН- 200LB8	22	715	1900	800	0,74	57	0,7	37,3	0,08	1,076	0,14	0,31	241	59	0,068	0,47	2,03	3
65																			4
66																			5
67	4МТН- 280S10	45	576	1500	1940	4,3	103	0,76	57,8	0,08	1,06	0,06	0,21	181	146	0,017	0,24	3,72	4
68																			5
69																			3
70	4МТН- 280M10	60	580	1500	2670	5,2	124	0,76	70,6	0,06	1,06	0,047	0,15	239	135	0,021	0,19	2,1	3
71																			4
72																			5
73	4МТН- 280L10	75	582	1500	3480	6,3	166	0,77	89,5	0,06	1,06	0,031	0,11	308	142	0,024	0,146	1,26	5
74																			4
75																			3

Асинхронные двигатели с фазным ротором серии 4МТФ(Н) 380 В, 50 Гц, ПВ = 40 %																			
Вариант	Тип	P _н кВт	n _н об/мин	n _{max} об/мин	M _{max} Нм	J _в кгм ²	Статор						Ротор					п пуск ст.	
							I _н А	cos φ ₁	пуск	cos φ _{1ск}	σ ₁	r ₁ [*] Ом	x ₁ Ом	E _{2н} В	I _{2н} А	r ₂ [*] Ом	x ₂ Ом		k _{тп} ²
76	4МТН-355S10	110	584	1500	4560	10,2	266	0,7	155	0,042	1,06	0,01	0,078	272	250	0,012	0,134	1,74	3
77																			4
78																			5
79	4МТН-355M10	132	585	1500	5690	12,8	315	0,68	183	0,044	1,06	0,014	0,064	327	250	0,014	0,11	1,21	5
80																			3
81																			4
82	4МТФ(Н)-160LB6	15	930	2500	460	0,23	39	0,77	25,6	0,1	1,051	0,236	0,42	213	48	0,073	0,67	2,89	5
83																			3
84																			4
85	4МТФ(Н)-200L6	22	935	2500	638	0,57	55	0,79	39,7	0,08	1,052	0,235	0,27	235	60	0,054	0,55	2,37	4
86																			3
87																			5
88	4МТФ(Н)-200LB6	30	935	2500	932	0,68	75	0,78	37,3	0,077	1,049	0,132	0,33	235	73	0,04	0,34	1,96	4
89																			5
90																			3
91	4МТФ(Н)-160LB8	11	705	1900	400	0,29	38	0,74	29,9	0,101	1,1	0,265	0,67	185	39	0,096	1,02	3,5	4
92																			5
93																			3

*) активные сопротивления приведены к температуре +20 °С

Тип и параметры механизма:

Номер варианта	D _б м	m _z кг	i _p	J ₇ = J _б кгм ²	H м	Номер варианта	D _б м	m _z кг	i _p	J ₇ = J _б кгм ²	H м
1	0,15	200	9,3	1,68	10	24	0,4	2000	7,6	145	14
2	0,15	400	18,2	16,5	12	25	0,4	10000	25	400	15
3	0,2	800	50	50	14	26	0,4	8000	25	400	16
4	0,2	400	11,5	12,4	15	27	0,4	5000	12,8	440	18
5	0,2	1000	34,2	70	16	28	0,2	1000	39	90	20
6	0,2	800	34,2	70	18	29	0,2	800	39	90	10
7	0,2	1200	27,5	60	20	30	0,2	800	25,6	80	12
8	0,2	800	27,5	60	10	31	0,2	2000	48	115	14
9	0,2	960	27,5	60	12	32	0,2	1000	24	150	15
10	0,2	1600	21,9	72	14	33	0,2	800	30	135	16
11	0,2	1000	21,9	72	16	34	0,3	2000	43	145	18
12	0,2	900	23,5	77	18	35	0,3	1500	37	137	20
13	0,2	2000	28,8	85	20	36	0,3	1000	26,6	150	10
14	0,2	1000	12,1	60	22	37	0,3	4000	51	260	12
15	0,3	500	12,1	60	24	38	0,3	3000	51	260	14
16	0,3	3000	28	156	10	39	0,3	2000	25,2	260	15
17	0,3	2000	28	156	12	40	0,3	6000	52	200	16
18	0,3	1000	8,65	67	14	41	0,3	4000	52	200	18
19	0,3	4000	23	200	16	42	0,3	3000	28	235	20
20	0,3	2000	13,5	180	18	43	0,4	6000	46	275	10
21	0,3	3000	26,1	200	20	44	0,4	4000	46	275	12
22	0,4	5000	19	260	10	45	0,4	3000	27,8	300	14
23	0,4	4000	19	260	12						
46	0,15	200	7,8	16,8	14	70	0,4	10000	29	400	18
47	0,15	400	12,6	16,5	12	71	0,4	8000	23,2	400	20
48	0,2	800	31,4	50	10	72	0,4	5000	12,9	440	24

Номер вари- анта	D_6 м	m_2 кг	i_p	$J_7 = J_6$ кгм ²	H м	Номер вари- анта	D_6 м	m_2 кг	i_p	$J_7 = J_6$ кгм ²	H м
49	0,2	400	16,3	12,4	15	73	0,5	10000	21,0	600	20
50	0,2	1000	39,0	70	16	74	0,5	9000	25,8	600	25
51	0,2	800	29,3	70	18	75	0,5	8000	16,35	700	30
52	0,2	1200	27	60	20	76	0,6	15000	32,0	950	10
53	0,2	800	17,7	60	10	77	0,6	12500	31,8	950	15
54	0,2	900	17,9	60	12	78	0,6	10000	26,5	800	20
55	0,2	1600	28,6	72	14	79	0,6	20000	41,7	1600	20
56	0,2	1000	20,0	72	16	80	0,6	18000	36	1600	25
57	0,2	900	18,3	77	18	81	0,6	16000	30	1600	30
58	0,2	2000	28,6	85	22	82	0,3	4000	53	260	12
59	0,2	1000	12,5	60	24	83	0,3	3000	37,6	260	15
60	0,3	1500	27,2	85	20	84	0,3	2000	24,2	260	18
61	0,3	3000	28	156	10	85	0,3	6000	46	200	16
62	0,3	2000	18	100	12	86	0,3	4000	34	220	18
63	0,3	1000	10	70	20	87	0,3	3000	27	240	20
64	0,3	4000	27,4	160	16	88	0,4	6000	48	275	10
65	0,3	2000	14,5	160	20	89	0,4	4000	27,4	300	12
66	0,3	3000	23,4	160	18	90	0,4	3000	18,8	350	20
67	0,4	5000	13,4	200	22	91	0,3	2000	21,5	350	15
68	0,4	4000	16,5	260	20	92	0,3	1500	20,5	30	18
69	0,3	3000	8,66	145	24	93	0,3	4000	14	20	20