

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Автоматическое управление системами мехатроники**

: 13.04.02

: 1, : 1

		<b>1</b>
<b>1</b>	( )	4
<b>2</b>		144
<b>3</b>	, .	84
<b>4</b>	, .	18
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	18
<b>7</b>	, .	18
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	10
<b>10</b>	, .	60
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 13.04.02

1500 21.11.2014 . , : 11.12.2014 .

: 1,

( ): 13.04.02

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:</b>	
3.	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	

## 2.

2.1

	(	
--	---	--

<b>.2. 3</b>	
1.Методы анализа и синтеза алгоритмов управления типовых систем электропривода	; ;
<b>.2. 2</b>	
2.Рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами и выбирать элементы силовой электроники.	; ;
<b>.26. 2</b>	
3.Основные виды систем электропривода постоянного и переменного тока, их особенности и технические возможности	; ;
<b>.23. 2</b>	
4.Основные элементы и устройства систем автоматизированного электропривода и принципы их расчета	; ; ;
<b>.5. 2</b>	
5.Использовать полученные в процессе изучения дисциплины знания при выборе типа электропривода, силового преобразователя электрической энергии и т.п.	; ;

## 3.

	,	.		
<b>:1</b>				
:				
1.	0,25	0,5	3	( ) : ; ;
:				
2.	0,25	1	1, 3, 4	( ) - ( ), ( ), ( )- ( )- , (GTO) (IGCT). - ,

3.	0,25	1	1, 3, 4	<p>( )</p> <p>(IGBT).</p> <p>(Boost converters)</p> <p>- ( )</p> <p>:</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>" "</p> <p>:</p> <p>,</p> <p>.</p> <p>:</p>
4.	0,25	1	1, 3, 4	<p>:</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>.</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>.</p>
5.	0,25	1	1, 3, 4	<p>.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>.</p>
:				

6.	0,25	1	1, 3, 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>
7.	0,25	1	1, 3, 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>

8.	0,25	1	1, 3, 4	" ", , , : ,
: ) (				
9.	0,25	1	1, 3, 4	I*x - , - I*R
:				
10.	0	0,5	1, 3, 4	- (Clarke) (Park): " - " ( ) (FOC). ( )

11.	0,25	1	1, 3, 4	(Blaschke) (Hasse)
12.	0,25	1	1, 3, 4	(
13.	0,25	1	1, 3, 4	" " : ; , . , : ( -MRAS); ;
14.	0,25	1	1, 3, 4	.

15.	0,25	1	1, 3, 4	( )
:				
16.	0,25	1	1, 3, 4	DFTC). (DT ,
:				
17.	0,25	1	1, 3, 4	( ),
18.	0,25	1	1, 3, 4	( ).

19.	0,25	1	1, 3, 4	( ) - ; , : : ; .
-----	------	---	---------	---

3.2

	,	.		
: 1				
:				
1. "	1  -430".	2,25	9	1, 2, 4  -430.
:				
2. "  -  " - 5".	2  -  " - 5".	2,25	9	1, 2, 4  " - 5".

3.3

	,	.		
: 1				
:				



<p>[1] : .. - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar</p>			
2		3, 4	3
<p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - , [2014]. - : [ 4, 5 ]</p>			
3		1, 2, 3, 4, 5	4
<p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - , [2014]. - : [ 4, 5 ]</p>			

### 5.

( .5.1).

5.1

	e-mail
	e-mail

5.2

1		.2; .23; .26;
<p><b>Формируемые умения:</b> з2. знать основные виды систем электропривода постоянного и переменного тока, их особенности и технические возможности; з2. знать основные элементы и устройства систем автоматизированного электропривода и принципы их расчета; з3. знать методы анализа и синтеза алгоритмов управления типовых систем электропривода; у2. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами и выбирать элементы силовой электроники</p>		
<p><b>Краткое описание применения:</b> Обсуждение материала практических занятий</p>		

2	.2; .23; .26; .5;
<p><b>Формируемые умения:</b> з2. знать основные виды систем электропривода постоянного и переменного тока, их особенности и технические возможности; з2. знать основные элементы и устройства систем автоматизированного электропривода и принципы их расчета; у2. уметь использовать полученные в процессе изучения дисциплины знания при выборе типа электропривода, силового преобразователя электрической энергии и т.п. ; у2. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами и выбирать элементы силовой электроники</p>	
<p><b>Краткое описание применения:</b> Самостоятельная подготовка студентами темы практических занятий</p>	

## 6.

( ),

-  
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 1</b>		
<i>Лабораторная:</i>	4	20
<i>Практические занятия:</i>	0	15
<i>Курсовая работа: Итого</i>	0	25
<p>2008. - 70. [1] : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar"</p>		
<i>Экзамен:</i>	0	40
<p>[ ]: ( ) " [ ] 1 4,5 ]/ ; . [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - "</p>		

6.2

6.2

		/	
<b>.2</b>	3.		+
	2.	+	+
<b>.23</b>	2.		+
<b>.26</b>	2.	+	+
<b>.5</b>	2.	+	+

1. Симаков Г. М. Системы автоматического управления электроприводов металлорежущих станков / Г. М. Симаков. - Новосибирск, 2007. - 299 с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/simakov.pdf>
2. Панкратов В. В. Автоматическое управление электроприводами. Ч. 1 : [учебное пособие для ФМА по направлению 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологический комплексов"] / В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 198, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180765](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180765)
3. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231). - Загл. с экрана.

1. Панкратов В. В. Энергооптимальное векторное управление асинхронными электроприводами : учебное пособие / В. В. Панкратов, Е. А. Зима ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/pankratov.rar>
2. Панкратов В. В. Векторное управление асинхронными электроприводами : учебное пособие для 4-5 курсов ЭМФ / В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1999. - 66 с. : схемы
3. Справочник по автоматизированному электроприводу / Алферов В. Г. , Андреев Г. И. , Анисимов М. Н. и др. ; Под ред. Елисеева В. А. , Шинянского А. В. - М., 1983. - 616 с. : ил.
4. 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.
5. Зимин Е. Н. Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями / Е. Н. Зимин, В. Л. Кацевич, С. К. Козырев. - М., 1981. - 191, [1] с.
6. Комплектные системы управления электроприводами тяжелых металлорежущих станков / [Н. В. Донской и др.] ; под ред. А. Д. Поздеева. - М., 1980. - 286, [1] с. : ил., табл., схемы
7. Зимин Е. Н. Автоматическое управление электроприводами : учебное пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматизация промышленных установок" / Е. Н. Зимин, В. И. Яковлев. - М., 1979. - 317, [1] с. : ил., схемы
8. Динамика вентильного электропривода постоянного тока / [Н. В. Донской и др.] ; под ред. А. Д. Поздеева. - М., 1975. - 222, [1] с. : ил., табл.
9. Шипилло В. П. Автоматизированный вентильный электропривод / В. П. Шипилло. - Москва, 1969. - 400 с. : с черт.

1. Научная библиотека Новосибирского государственного технического университета [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.nstu.ru/>. – Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

6. :

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>

8.2

1 Matlab Simulink

2 MathCAD

3 Microsoft Office

9.

-

1		1
2	3	2

1		



## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Автоматическое управление системами мехатроники 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 современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	33. знать методы анализа и синтеза алгоритмов управления типовых систем электропривода	Алгоритмы прямого управления моментом асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Асинхронные электроприводы с тиристорными преобразователями частоты. Асинхронные электроприводы с транзисторными преобразователями частоты. Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Бесконтактный двигатель постоянного тока на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Общие сведения о векторном управлении асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Параметрическое регулирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением. Способы полеориентирования. Способы торможения транзисторных электроприводов. Структурно-функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением. Структуры преобразователей частоты для высоковольтных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Частотное регулирование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Частотно-токовое управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.		Экзамен, вопросы 1-7, 8, 9-19, 29, 33, 38

		Энергооптимальное векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.		
ОПК.2	у2. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами и выбирать элементы силовой электроники	Лабораторная работа №1 "Исследование характеристик станции группового частотного управления электроприводами насосных агрегатов СЧ-430". Лабораторная работа №2 "Исследование характеристик комплектного частотно-регулируемого асинхронного электропривода на базе преобразователя частоты "Эратон-М5". Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока БТУ 3601. Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока ЭТ6. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока БТУ 3601. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока ЭТ6.	Курсовая работа, разделы 6, 7, 9	Экзамен, вопрос 8, 21-40
ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	з2. знать основные элементы и устройства систем автоматизированного электропривода и принципы их расчета	Алгоритмы прямого управления моментом асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Асинхронные электроприводы с тиристорными преобразователями частоты. Асинхронные электроприводы с транзисторными преобразователями частоты. Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Бесконтактный двигатель постоянного тока на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Общие сведения о векторном управлении асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Параметрическое регулирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с электромагнитным		Экзамен, вопросы 1-7, 9-20, 23-33, 35-40

		<p>возбуждением. Способы полеориентирования. Способы торможения транзисторных электроприводов. Структурно-функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением. Структуры преобразователей частоты для высоковольтных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока БТУ 3601. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока ЭТ6. Частотное регулирование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Частотно-токовое управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Энергооптимальное векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.</p>		
<p>ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники</p>	<p>32. знать основные виды систем электропривода постоянного и переменного тока, их особенности и технические возможности</p>	<p>Алгоритмы прямого управления моментом асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Асинхронные электроприводы с тиристорными преобразователями частоты. Асинхронные электроприводы с транзисторными преобразователями частоты. Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Бесконтактный двигатель постоянного тока на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Обзор регулируемых электроприводов переменного тока. Общие сведения о векторном управлении асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока БТУ 3601. Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока ЭТ6. Параметрическое регулирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.</p>	<p>Курсовая работа, разделы 3-5, 8</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-7, 9-20, 21, 22, 34</p>

		Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением. Способы торможения транзисторных электроприводов. Структурно-функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением. Структуры преобразователей частоты для высоковольтных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Частотное регулирование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Частотно-токовое управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Энергооптимальное векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.		
ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	у2. уметь использовать полученные в процессе изучения дисциплины знания при выборе типа электропривода, силового преобразователя электрической энергии и т.п.	Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока БТУ 3601. Общие сведения о комплектном электроприводе постоянного тока ЭТ6. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока БТУ 3601. Схемотехническая и функциональная реализация блоков и узлов комплектного электропривода постоянного тока ЭТ6.	Курсовая работа, разделы 1, 2, 10-12	Экзамен, вопросы 21-40

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.23, ПК.26, ПК.5. 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 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

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.23, ПК.26, ПК.5, 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 «Автоматическое управление системами мехатроники», 1 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-40 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы уточняющего характера в рамках тематик вопросов билета (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

#### Билет № 4

к экзамену по дисциплине «Автоматическое управление системами мехатроники»

---

1. Тиристорные преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока (напряжения), их виды и особенности. Способы управления двухзвенными ПЧ при жестких алгоритмах коммутации и АИМ. Коммутационные функции, формы напряжений и токов.
2. Усилители импульсов БТУ 3601.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ \_\_\_\_\_ профессор В.Н. Аносов  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает основных определений систем автоматического управления мехатронными системами с электроприводами постоянного и переменного тока, не знает основных структур автоматизированных электроприводов, оценка составляет *от 0 до 10 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает основные определения систем автоматического управления мехатронными системами с электроприводами постоянного и переменного тока, при этом не способен выполнять анализ структурных и силовых схем автоматизированных электроприводов, оценка составляет *от 11 до 20 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает принципы построения систем управления объектами мехатроники на основе автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока, способен анализировать характеристика различных вариантов структур, однако не проявляет навыков в разработке систем регулирования мехатронными комплексами, оценка составляет *от 21 до 30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет вопросами автоматического управления системами мехатроники с использованием электроприводов постоянного и переменного тока, способен предлагать собственные решения в вопросах разработки и проектирования систем автоматического управления мехатронными комплексами, 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. Коэффициент учета баллов за экзамен в общей оценке по дисциплине равен 1.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Автоматическое управление системами мехатроники»

Вопросы по системам управления объектами мехатроники на основе электропривода переменного тока.

1. Параметрическое регулирование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Фазовое управление. Системы «ГРН-АД» – разомкнутые и с обратными связями. Область применения, допустимые нагрузки.
2. Частотное регулирование АД. Закон М.П. Костенко. IR-компенсация. Обобщенная структурно-функциональная схема электропривода с частотным регулированием.
3. Непосредственные преобразователи частоты. Схемы, особенности и характеристики. Функциональная схема электропривода на базе НПЧ.
4. Тиристорные преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока (напряжения), их виды и особенности. Способы управления двухзвенными ПЧ при жестких алгоритмах коммутации и АИМ. Коммутационные функции, формы напряжений и токов.
5. Транзисторные ПЧ с АИН и ШИМ. Пофазная синусоидальная и пространственно-векторная ШИМ. Прямое разрывное управление ключевыми элементами АИН в релейных контурах регулирования токов нагрузки.
6. Способы утилизации энергии торможения в транзисторных частотно-регулируемых электроприводах переменного тока.
7. Преобразователи частоты высоковольтных электроприводов переменного тока.
8. Методика синтеза регуляторов частотно-регулируемого асинхронного электропривода.
9. Каскадные схемы асинхронных электроприводов – электромашинные каскады, АВК и МДП, их характеристики. Особенности выбора мощности ПЧ для машин двойного питания.
10. Модель асинхронного двигателя как объекта управления с учетом электромагнитных процессов. Принцип векторного управления АД.
11. Способы автоматической ориентации вращающейся системы координат в системах векторного управления АД. Алгоритмы вычисления опорного вектора.

12. Структурно-функциональная схема СВУ. Синтез регуляторов. Принципы управления ослаблением потока при двухзонном регулировании, линеаризация контура регулирования скорости.
13. «Бездатчиковые» асинхронные электроприводы: способы вычисления оценок опорного вектора и частоты вращения.
14. Частотно-токовое управление АД как частный случай векторного. Структурные схемы алгоритмов управления, характеристики.
15. Прямое управление моментом АД, его отличия от классического векторного. Структурно-функциональная схема системы управления электропривода, характеристики.
16. Энергооптимальное векторное управление АД.
17. Регулируемый электропривод на базе синхронного двигателя с магнитоэлектрическим возбуждением. Математическая модель СДПМ. Системы частотно-токового (векторного с ориентацией по положению ротора) управления СДПМ.
18. Рациональные способы векторного (частотно-токового) управления СД с электромагнитным возбуждением. Особенности управляемых преобразователей электрической энергии для частотно-регулируемых синхронных электроприводов. Особенности конструкции специальных частотно-регулируемых СД.
19. Бесконтактный (вентильный) двигатель постоянного тока. Функциональная схема, принцип действия, характеристики.
20. Вентильно-индукторный электропривод. Принципы построения, преимущества и недостатки.

Вопросы по системам управления объектами мехатроники с вентильными электроприводами постоянного тока.

21. Функциональная схема ЭПУ-1-2П.
22. Функциональная схема БТУ 3601.
23. Формирователи импульсов БТУ 3601.
24. Усилители импульсов БТУ 3601.
25. Датчик проводимости вентилей БТУ 3601.
26. Логическое устройство БТУ 3601.
27. Управляющий орган БТУ 3601.
28. Схема переключателя характеристик БТУ 3601.
29. Регулятор и датчик тока БТУ 3601.
30. Ограничение тока якоря в преобразователе БТУ 3601. НЗ и ФПЕ.
31. Узел зависимого токоограничения БТУ 3601.
32. Схема защиты БТУ 3601.
33. Регулятор скорости БТУ 3601.
34. Функциональная схема ЭТ-6.
35. СИФУ ЭТ-6.
36. Ограничение тока в преобразователе ЭТ-6.
37. Схема ограничения минимального угла ЭТ-6.
38. Регуляторы скорости и тока ЭТ-6.
39. Схема источника питания ЭТ-6.
40. Схема защиты ЭТ-6.

## Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Автоматическое управление системами мехатроники», 1 семестр

### 1. Методика оценки.

В курсовой работе проектируется силовая часть реверсивного вентильного преобразователя с отдельным управлением выпрямительными комплектами, а также проектируется двумя методами и исследуется система подчиненного регулирования скорости реверсивного вентильного преобразователя.

Обязательные структурные части курсовой работы:

1. Введение.
2. Система электропривода и его функциональная схема.
3. Расчет и выбор элементов силовой части электропривода.
  - 3.1 Выбор силового согласующего устройства для тиристорного преобразователя.
  - 3.2 Расчет и выбор тиристорov.
  - 3.3 Расчет и выбор катодного дросселя.
  - 3.4 Выводы.
4. Расчет параметров силовой цепи электропривода.
5. Построение статических характеристик разомкнутого электропривода.
  - 5.1 Естественные характеристики двигателя.
  - 5.2 Основные характеристики электропривода.
  - 5.3 Характеристики, обеспечивающие минимальную скорость работы электропривода.
  - 5.4 Характеристики аварийного динамического торможения.
  - 5.5 Выводы.
6. Синтез и расчет параметров регуляторов методом систем подчиненного регулирования.
  - 6.1 Структурная схема автоматизированного электропривода.
  - 6.2 Синтез контура регулирования тока (КРТ) якоря двигателя.
  - 6.3 Синтез контура регулирования скорости (КРС) электропривода.
  - 6.4 Выводы.
7. Синтез и расчет параметров регуляторов методом диаграмм качества.
  - 7.1 Структурная схема автоматизированного электропривода.
  - 7.2 Синтез контура регулирования тока (КРТ) якоря двигателя.
  - 7.3 Синтез контура регулирования скорости (КРС) электропривода.
  - 7.4 Выводы.
8. Компьютерное моделирование переходных процессов скорости и тока электропривода с помощью программного пакета MATLAB.
9. Расчет параметров регуляторов тока, скорости, и выбор их элементов.
10. Описание произвольно выбранного узла системы управления тиристорного преобразователя (по указанию преподавателя).
11. Заключение и выводы по работе.
12. Список литературы.

Перечень графического материала:

- Электрические и структурные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Структурные схемы контуров системы подчиненного регулирования координат.
- Переходные процессы в контурах регулирования и в системе электропривода.

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, рациональность выбора силовых элементов вентильного электропривода, точность при составлении структурной схемы электропривода, точность и правильность расчета регуляторов системы управления. точность при выборе элементов электрической схемы регуляторов, 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. силовые элементы вентильного электропривода рассчитаны и выбраны не верно, структурная схема электропривода и ее синтез выполнены с ошибками, результаты цифрового моделирования не позволяют уверенно считать систему электропривода работоспособной, элементы электрической схемы регуляторов рассчитаны и выбраны не верно, низкое качество графического материала, 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: силовые элементы вентильного электропривода рассчитаны правильно, но выбраны не рационально, структурная схема электропривода и ее синтез выполнены с ошибками, результаты цифрового моделирования не позволяют уверенно предполагать о работоспособности проектируемой системы, 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, если силовые элементы вентильного электропривода рассчитаны и выбраны верно, структурная схема электропривода и ее синтез выполнены с незначительными ошибками, есть замечания по результатам цифрового моделирования системы управления, элементы электрической схемы регуляторов рассчитаны и выбраны верно, 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, силовые элементы вентильного электропривода рассчитаны и выбраны верно, структурная схема электропривода и ее синтез выполнены без ошибок, результаты цифрового моделирования системы управления соответствуют заданию на курсовое проектирование и подтверждают работоспособность системы электропривода, элементы электрической схемы регуляторов рассчитаны и выбраны верно, хорошее качество графического материала, 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).

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.

**Таблица 1. Типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока**

№ варианта	Тип электрической машины	$P_H$	$U_H$	$n_H$
1.	2ПН90МУХЛ4	1,0	110	3000
2.	2ПН90ЛУХЛ4	1,3	110	3150
3.	2ПН100ЛУХЛ4	1,7	110	2200
4.	2ПН100МУХЛ4	2,0	110	3000
5.	2ПН100ЛУХЛ4	2,2	110	3000
6.	2ПН112МУХЛ4	2,5	110	2120
7.	2ПН112ЛУХЛ4	3,4	110	2240
8.	2ПН112МУХЛ4	3,6	110	3150
9.	2ПБ132МУХЛ4	3,7	110	2200
10.	2ПН132МУХЛ4	4,0	110	1500
11.	2ПФ132ЛУХЛ4	4,2	110	950
12.	2ПБ132ЛУХЛ4	4,5	110	2360
13.	2ПН132ЛУХЛ4	5,5	110	1500
14.	2ПН132МУХЛ4	7,0	110	2200
15.	2ПФ132ЛУХЛ4	7,5	110	2200
16.	2ПО160МУХЛ4	9,5	110	3000
17.	2ПФ160ЛУХЛ4	11,0	110	1500
18.	2ПФ180МУХЛ4	12,0	110	1060
19.	2ПН200МУХЛ4	13,0	110	1120
20.	2ПФ200ЛУХЛ4	15,0	110	750
21.	2ПН112ЛУХЛ4	1,25	220	1000
22.	2ПН132МУХЛ4	1,6	220	750

23.	2ПФ132ЛУХЛ4	2,8	220	750
24.	2ПН132ЛУХЛ4	3,0	220	1000
25.	2ПБ132ЛУХЛ4	3,2	220	1600
26.	2ПО132МУХЛ4	4,5	220	2240
27.	2ПО132ЛУХЛ4	6,7	220	3000
28.	2ПО160ЛУХЛ4	7,1	220	1500
29.	2ПН160МУХЛ4	7,5	220	1500
30.	2ПФ160ЛУХЛ4	8,0	220	1000
31.	2ПН160ЛУХЛ4	11,0	220	1500
32.	2ПО160ЛУХЛ4	12,0	220	3000
33.	2ПН160ЛУХЛ4	16,0	220	2360
34.	2ПН160МУХЛ4	18,0	220	3150
35.	2ПФ160ЛУХЛ4	18,5	220	3150
36.	2ПН160ЛУХЛ4	24,0	220	3150
37.	2ПФ180ЛУХЛ4	25,0	220	2120
38.	2ПН180МУХЛ4	26,0	220	2240
39.	2ПН200ЛУХЛ4	30,0	220	1500
40.	2ПН200МУХЛ4	36,0	220	2200
41.	2ПН132МУХЛ4	2,5	440	1000
42.	2ПФ132ЛУХЛ4	2,8	440	750
43.	2ПН132ЛУХЛ4	3,0	440	1000
44.	2ПБ132МУХЛ4	3,7	440	2120
45.	2ПБ132ЛУХЛ4	4,5	440	2360
46.	2ПФ132ЛУХЛ4	5,5	440	1600
47.	2ПФ132МУХЛ4	6,0	440	2360
48.	2ПФ132ЛУХЛ4	7,5	440	2200
49.	2ПБ180ЛУХЛ4	8,5	440	1500
50.	2ПФ180МУХЛ4	9,0	440	750
51.	2ПФ180ЛУХЛ4	10,0	440	750
52.	2ПФ180МУХЛ4	12,0	440	1000
53.	2ПФ180ЛУХЛ4	14,0	440	1000
54.	2ПФ180МУХЛ4	15,0	440	1500
55.	2ПФ180ЛУХЛ4	18,5	440	1500
56.	2ПН180МУХЛ4	37,0	440	3150
57.	2ПН180ЛУХЛ4	42,0	440	3500

58.	2ПН200ЛУХЛ4	53,0	440	2360
59.	2ПФ200ЛУХЛ4	55,0	440	3150
60.	2ПН200ЛУХЛ4	75,0	440	3150

**Таблица 2. Требуемый диапазон регулирования скорости**

<b>№ варианта</b>	<b>Диапазон регулирования скорости</b>
1.	100:1
2.	50:1
3.	25:1

**Таблица 3. Структура системы управления**

<b>№ варианта</b>	<b>Диапазон регулирования скорости</b>
2.	Вторая структура А.Д. Поздеева
3.	Третья структура А.Д. Поздеева

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

# **К У Р С О В А Я   Р А Б О Т А**

по дисциплине  
«Автоматическое управление системами мехатроники»

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

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курсовая работа по дисциплине  
«Автоматическое управление системами мехатроники»

Тема: Разработка силовой части, структурно-параметрический синтез и  
компьютерное моделирование системы регулирования скорости электропривода  
постоянного тока двумя методами

Студент: \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление: 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Руководитель курсовой работы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_

Курсовая работа сдана на проверку

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Курсовая работа защищена

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Оценка: \_\_\_\_\_

## Курсовая работа

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

**Тема: Разработка силовой части, структурно-параметрический синтез и компьютерное моделирование системы регулирования скорости электропривода постоянного тока двумя методами**

### Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания \_\_\_\_\_
- Тип электрической машины \_\_\_\_\_
- Номинальная мощность \_\_\_\_\_
- Номинальное напряжения якоря \_\_\_\_\_
- Номинальная частота вращения \_\_\_\_\_
- Заданный диапазон регулирования скорости \_\_\_\_\_
- Номер структуры для синтеза системы управления \_\_\_\_\_

### Содержание пояснительной записки:

1. Введение.
2. Система электропривода и его функциональная схема.
3. Расчет и выбор элементов силовой части электропривода.
  - 3.1 Выбор силового согласующего устройства для тиристорного преобразователя.
  - 3.2 Расчет и выбор тиристорov.
  - 3.3 Расчет и выбор катодного дросселя.
  - 3.4 Выводы.
4. Расчет параметров силовой цепи электропривода.
5. Построение статических характеристик разомкнутого электропривода.
  - 5.1 Естественные характеристики двигателя.
  - 5.2 Основные характеристики электропривода.
  - 5.3 Характеристики, обеспечивающие минимальную скорость работы электропривода.
  - 5.4 Характеристики аварийного динамического торможения.
  - 5.5 Выводы.
6. Синтез и расчет параметров регуляторов методом систем подчиненного регулирования.
  - 6.1 Структурная схема автоматизированного электропривода.
  - 6.2 Синтез контура регулирования тока (КРТ) якоря двигателя.
  - 6.3 Синтез контура регулирования скорости (КРС) электропривода.
  - 6.4 Выводы.
7. Синтез и расчет параметров регуляторов методом диаграмм качества.
  - 7.1 Структурная схема автоматизированного электропривода.
  - 7.2 Синтез контура регулирования тока (КРТ) якоря двигателя.
  - 7.3 Синтез контура регулирования скорости (КРС) электропривода.

7.4 Выводы.

8. Компьютерное моделирование переходных процессов скорости и тока электропривода с помощью программного пакета MATLAB.
9. Расчет параметров регуляторов тока, скорости, и выбор их элементов.
10. Описание произвольно выбранного узла системы управления тиристорного преобразователя (по указанию преподавателя).
11. Заключение и выводы по работе.
12. Список литературы.

**Перечень графического материала:**

- Электрические и структурные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Структурные схемы контуров системы подчиненного регулирования координат.
- Переходные процессы в контурах регулирования и в системе электропривода.

**Руководитель курсовой работы** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

**Задание к исполнению принял** \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

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

1. Дать пояснения по общей функциональной схеме проектируемого электропривода.
2. Дать пояснения по силовой схеме проектируемого электропривода.
3. Чем обусловлен выбор типа силового согласующего устройства для тиристорного преобразователя.
4. Методика расчета и основные параметры для выбора тиристорных.
5. Функции катодного дросселя в силовой схеме тиристорного преобразователя.
6. Методика расчета эквивалентных параметров силовой цепи вентильного электропривода.
7. Построение естественных, основных, искусственных характеристик разомкнутой системы ТП-Д.
8. Реализация режима динамического торможения и его характеристики в системах вентильного электропривода.
9. Общая структура системы подчиненного регулирования.
10. Синтез контура регулирования тока методом СПР: структурная схема, типовые настройки, характеристики.
11. Синтез контура регулирования скорости методом СПР: структурная схема, типовые настройки, характеристики.
12. Общая функциональная схема второй структуры А.Д. Поздеева.
13. Общая функциональная схема третьей структуры А.Д. Поздеева.
14. Синтез контура регулирования тока методом диаграмм качества: структурная схема, выбор точки настройки, характеристики.
15. Синтез контура регулирования скорости методом диаграмм качества: структурная схема, выбор точки настройки, характеристики.
16. Отличия двух методик синтеза замкнутых систем управления электроприводами: СПР и метода диаграмм качества А.Д. Поздеева.
17. Реализация типовых регуляторов на операционных усилителях, способы расчета элементов интегральных микросхем.
18. Пояснения по конкретным узлам функциональной схемы проектируемого электропривода.