

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

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматическое управление электроприводами

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

Курс: 4 5, семестры : 8 9

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	8	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	3
2	Всего часов	0	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	25
4	Лекции, час.	2	8
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	2
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	1	1
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		11
10	Самостоятельная работа, час.	0	81
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Котин Д. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 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:	
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	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	
у8. уметь самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з4. знать основные элементы и устройства электротехнических систем и принципы их расчета	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Автоматическое управление электроприводами</i>	
ОПК.2.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	
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	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.у4 уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	
2. Рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.у8 уметь самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности	
3. Самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.з4 знать основные элементы и устройства электротехнических систем и принципы их расчета	
4. Основные элементы и устройства электротехнических систем и принципы их расчета	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Структура дисциплины.				

1. Введение в дисциплину.	1	2	1	Введение. Список литературы по дисциплине. Выдается структура, объем и варианты расчетно-графического задания (РГЗ). Пояснения к выполнению РГЗ.
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Основные понятия дисциплины				
1. Основные понятия и требования систем управления электроприводами.	0	1	1	Понятия электропривода (ЭП), электромеханического преобразователя электрической энергии, передаточного и управляющего устройств, датчиков и обратных связей. Условные обозначения элементов принципиальных и функциональных схем электроприводов. Классификации систем электропривода. Основные функции систем управления электроприводами (СУЭП). Принципы построения СУЭП. Обобщенная функциональная схема автоматизированного электропривода. Общие требования, предъявляемые к СУЭП.
Дидактическая единица: Математические модели двигателей постоянного тока				
2. Математические модели, структурные схемы двигателей постоянного тока.	0	1	1, 4	Математические модели машины постоянного тока как объекта управления. Дифференциальные уравнения и структурная схема двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ) при переменном магнитном потоке, основные допущения; линеаризованные модели ДПТ: уравнения, структурные схемы.
3. Передаточные функции, способы построения систем регулирования двигателей постоянного тока.	0	1	1, 4	Передаточные функции скорости, момента ДПТ и тока якоря по управляющим и возмущающему воздействиям. Способы регулирования ДПТ, передаточные функции и переходные характеристики двигателя для первой зоны регулирования.
Дидактическая единица: Тиристорные электроприводы постоянного тока				

4. Электрические схемы, характеристики и режимы работы нереверсивных и реверсивных тиристорных электроприводов постоянного тока.	0	1	1, 4	Вентильный ЭП постоянного тока. Схемы и режимы работы вентильных преобразователей (ВП), их внешние и регулировочные характеристики. Скоростные характеристики ЭП с нереверсивным ВП в цепи обмотки якоря. Реверсивные ВП, встречно-параллельное и перекрестное включение вентильных комплектов. Основные функциональные схемы реверсивных ЭП (с реверсом момента по возбуждению и по якорю).
5. Раздельное и совместное управление реверсивными тиристорными электроприводами постоянного тока.	0	1	1, 4	Совместное управление, его особенности, линейное согласование регулировочных характеристик реверсивных вентильных комплектов. Способы уменьшения уравнивающих токов. Раздельное управление, функции логики. Сравнение способов управления реверсивными ВП. Управляемые ВП и их характеристики, системы импульсно-фазового управления (СИФУ). ВП как динамическое звено СУЭП. Особенности токоограничения в вентильном ЭП постоянного тока.
Дидактическая единица: Методы синтеза систем управления электроприводами постоянного тока				
6. Системы подчиненного регулирования координат электроприводов постоянного тока.	0	1	1, 4	Системы подчиненного регулирования координат (СПР), стандартные настройки контуров регулирования и особенности синтеза.

7. Методика диаграмм качества для синтеза систем управления электроприводами постоянного тока.	0	0,5	1, 4	Синтез линеаризованных структур автоматизированного вентильного электропривода (ВЭП) по методике диаграмм качества. Этапы синтеза линеаризованных структур ВЭП по методике диаграмм качества. Типы линеаризованных структур и дифференциальные уравнения ВЭП в абсолютных и относительных единицах. Диаграммы качества и выбор параметров настройки по нормированным графикам переходных процессов. Методика инженерных расчетов. Ограничения, налагаемые на быстродействие ВЭП.
--	---	-----	------	---

Дидактическая единица: Транзисторные электроприводы постоянного тока

8. Способы построения систем автоматического управления транзисторными электроприводами постоянного тока.	0	1	1, 4	Транзисторный ЭП постоянного тока. Функциональная схема транзисторного ЭП постоянного тока и ее узлы. Способы управления транзисторным преобразователем (ТП) в режиме широтно-импульсной модуляции. Регулировочные характеристики широтно-импульсных преобразователей и модуляторов. Основные расчетные соотношения при работе ТП на цепь якоря ДПТ. Синтез СПР скорости транзисторного ЭП.
---	---	---	------	---

Дидактическая единица: Позиционные и следящие электроприводы

9. Системы автоматического управления положением рабочих органов механизмов.	0	0,5	1, 4	Системы управления положением рабочих органов механизмов. Типовые задающие воздействия систем управления положением ЭП. Понятия позиционной и следящей системы. Датчики положения. Синтез позиционного ЭП по методике СПР. Влияние параметров регулятора положения на характеристики простейшей следящей системы.
--	---	-----	------	---

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Тиристорные электроприводы постоянного тока				
1. Лабораторная работа № 1 "Системы управления электроприводами. Вентильный электропривод с отдельным управлением".	0,5	1	2, 3	Назначение, принципы работы, схемы и функционирование узлов комплектного тиристорного ЭП с отдельным управлением реверсивными комплектами, статические и динамические характеристики.
Дидактическая единица: Методы синтеза систем управления электроприводами постоянного тока				
2. Лабораторная работа № 2 "Исследование тиристорного электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием".	0,5	1	2, 3	Статические и динамические характеристики СПР скорости тиристорного электропривода постоянного тока. Синтез регуляторов СПР. Отличие в статических и динамических характеристиках при различных настройках контуров регулирования.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Математические модели двигателей постоянного тока				
1. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного тока с обобщенным преобразователем.	0	0,5	2, 3	Математическое моделирование электрических машин постоянного тока: дифференциальные уравнения, структурные схемы, передаточные функции, физический смысл основных параметров. Основные показатели и характеристики систем регулирования скорости. Понятие обобщенного преобразователя. Влияние обратных связей по напряжению, току якоря и скорости двигателя на статические (электромеханические) характеристики системы "Обобщенный преобразователь - двигатель" (ОП-Д) с суммирующим усилителем. "Токовая отсечка".
Дидактическая единица: Тиристорные электроприводы постоянного тока				

2. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного тока с вентильным преобразователем.	0	0,5	2, 3	Схемы, статические и динамические характеристики ЭП с ВП - нереверсивными и с контактным реверсом (как по возбуждению, так и по якорю), а также реверсивными - с совместным и отдельным управлением (также два варианта). Построение и анализ временных диаграмм основных переменных в режимах пуска, реверса, торможения, частичного снижения скорости.
Дидактическая единица: Методы синтеза систем управления электроприводами постоянного тока				
3. Синтез замкнутых систем управления электроприводами.	0	1	2, 3	Синтез замкнутых структур автоматического регулирования ЭП постоянного тока на основе методики СПР. Реализация типовых регуляторов на базе операционных усилителей.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4	40	4
Структурно-параметрический синтез и компьютерное моделирование системы подчиненного регулирования скорости электропривода постоянного тока, подробная информация приведена в приложении №3 : 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406				
2	Подготовка к занятиям	1, 4	16	3
Самостоятельные ответы на контрольные вопросы, подготовка доклада к практическим занятиям, синтез и расчет параметров регулятора скорости для тиристорного электропривода постоянного тока на основе методики СПР, подробная информация приведена в приложении №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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	25	4
Проработка лекционного, практического и лабораторного материала: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ

Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.2; ПК.5;
Формируемые умения: 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; у4. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами; у8. уметь самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности		
Краткое описание применения: Обсуждение материала практических занятий, хода выполнения и результатов лабораторных работ		
Подробная информация об использовании технологии приводится в приложении №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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406 "		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 9		
<i>Лабораторная:</i>	4	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406 "		
<i>Практические занятия:</i>	0	20
Контролирующие материалы приводятся в "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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406 "		
<i>РГЗ:</i>	2	20
Контролирующие материалы приводятся в "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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406 "		
<i>Зачет:</i>	0	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.2	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		+	+
ПК.5	у4. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	+	+	+
	у8. уметь самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности	+	+	+
ПК.7	з4. знать основные элементы и устройства электротехнических систем и принципы их расчета		+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. 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 технологических 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
2. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки дипломированных специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред. В. М. Терехова. - М., 2006. - 299, [1] с. : ил., схемы

Дополнительная литература

1. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. - М., 2005. - 299, [1] с. : ил., схемы

Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система НГТУ [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – [Россия], 2011. – Режим доступа: <http://elibrary.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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082406

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Matlab Simulink

2 MathCAD

3 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторный стенд №1	Выполнение лабораторной работы №1
2	Лабораторный стенд №2	Выполнение лабораторной работы №2

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования для лаборатории	Проведение практических занятий

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

Автоматическое управление электроприводами

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 Автоматическое управление электроприводами 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	зб. 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	Математические модели, структурные схемы двигателей постоянного тока. Методика диаграмм качества для синтеза систем управления электроприводами постоянного тока. Основные понятия и требования систем управления электроприводами. Передаточные функции, способы построения систем регулирования двигателей постоянного тока. Раздельное и совместное управление реверсивными тиристорными электроприводами постоянного тока. Системы автоматического управления положением рабочих органов механизмов. Системы подчиненного регулирования координат электроприводов постоянного тока. Способы построения систем автоматического управления транзисторными электроприводами постоянного тока. Электрические схемы, характеристики и режимы работы нереверсивных и реверсивных тиристорных электроприводов постоянного тока.	РГЗ, разделы 1-4	Дифференцированный зачет, вопросы 1-6, 11-32, 35-41
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	у3. уметь рассчитывать регуляторы типовых структур систем управления электроприводами	Лабораторная работа № 1 "Системы управления электроприводами. Вентильный электропривод с раздельным управлением". Лабораторная работа № 2 "Исследование тиристорного электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием". Синтез замкнутых систем управления электроприводами. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного тока с вентильным преобразователем. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного	Отчет по лабораторной работе; РГЗ, разделы 3, 4	Дифференцированный зачет, вопросы 7-19

		тока с обобщенным преобразователем.		
ПК.5/ПТ	у7. уметь самостоятельно составлять конструктивные и принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности	Лабораторная работа № 1 "Системы управления электроприводами. Вентильный электропривод с отдельным управлением". Лабораторная работа № 2 "Исследование тиристорного электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием". Синтез замкнутых систем управления электроприводами. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного тока с вентильным преобразователем. Системы регулирования скорости электроприводов постоянного тока с обобщенным преобразователем.	Отчет по лабораторной работе; РГЗ, раздел 3	Дифференцированный зачет, вопросы 7-11, 33, 34
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	з4. знать основные элементы и устройства электротехнических систем и принципы их расчета	Математические модели, структурные схемы двигателей постоянного тока. Методика диаграмм качества для синтеза систем управления электроприводами постоянного тока. Передаточные функции, способы построения систем регулирования двигателей постоянного тока. Раздельное и совместное управление реверсивными тиристорными электроприводами постоянного тока. Системы автоматического управления положением рабочих органов механизмов. Системы подчиненного регулирования координат электроприводов постоянного тока. Способы построения систем автоматического управления транзисторными электроприводами постоянного тока. Электрические схемы, характеристики и режимы работы нереверсивных и реверсивных тиристорных электроприводов постоянного тока.	РГЗ, разделы 3, 4	Дифференцированный зачет, вопросы 1-6, 20-32, 35-41

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

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

Зачет проводится в устной форме, 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. Список вопросов к

зачету, и правила оценки сформулированы в паспорте Дифференцированного зачета.

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

В 8 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, ПК.5/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 дифференцированного зачета

по дисциплине «Автоматическое управление электроприводами», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет 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 21-41 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы уточняющего характера в рамках тематик вопросов билета (п. 4).

Форма билета для дифференцированного зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 4

к зачету по дисциплине «Автоматическое управление электроприводами»

1. Математические модели ДПТ с независимым возбуждением и постоянным магнитным потоком как объекта управления.
2. Схемы реверсивных УВП. Способы управления выпрямительными комплектами и их общие особенности.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает основных определений систем автоматического управления электроприводами постоянного тока, не знает основных структур автоматизированных электроприводов, оценка составляет *от 0 до 4 баллов*.
- Ответ на билет для дифференцированного зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает основные определения систем автоматического управления электроприводами постоянного тока, при этом не способен выполнять анализ структурных и силовых схем автоматизированных электроприводов, оценка составляет

от 5 до 10 баллов.

- Ответ на билет для дифференцированного зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает принципы построения систем автоматизированного электропривода постоянного тока, способен анализировать характеристика различных вариантов структур, однако не проявляет навыков в разработке систем автоматического регулирования электроприводов, оценка составляет *от 11 до 16 баллов*.
- Ответ на билет для дифференцированного зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет вопросами автоматического управления электроприводами постоянного тока, способен предлагать собственные решения в вопросах разработки и проектирования систем автоматического управления электроприводами, оценка составляет *от 17 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Дифференцированный зачет считается сданным, если число баллов полученных студентом при ответе на вопрос билета и дополнительные вопросы в рамках тематики билета составляет не менее 5 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 дифференцированному зачету по дисциплине «Автоматическое управление электроприводами»

1. Назначение, состав и основные функции систем управления электроприводами.
2. Классификации электроприводов. Принципы построения и требования к СУЭП.
3. Математические модели ДПТ с независимым возбуждением и переменным магнитным потоком как объекта управления.
4. Математические модели ДПТ с независимым возбуждением и постоянным магнитным потоком как объекта управления.
5. Способы регулирования ДПТ с независимым возбуждением.
6. Основные показатели и характеристики САР скорости ЭП постоянного тока.
7. Функциональная и структурная схемы СУЭП с обобщенным преобразователем в цепи обмотки якоря и суммирующим усилителем. Уравнения статических характеристик.
8. Анализ влияния обратной связи по напряжению на характеристики СУЭП с обобщенным преобразователем.
9. Анализ влияния обратной связи по скорости на характеристики СУЭП с обобщенным преобразователем.
10. Анализ влияния обратной связи по току на характеристики СУЭП с обобщенным преобразователем. Токовая отсечка.
11. Принцип подчиненного регулирования координат в ЭП постоянного тока.
12. Стандартные настройки контуров СПР.
13. Типовые регуляторы СПР и их схемы на базе операционных усилителей.
14. Синтез контура регулирования тока в СПР.
15. Синтез контура регулирования скорости в СПР. Статические характеристики ЭП с подчиненным регулированием.
16. Влияние обратной связи по ЭДС на характеристики СПР и способы его компенсации.
17. Ограничение координат и их производных в СПР.
18. Влияние изменений параметров на характеристики СПР.
19. Диапазон регулирования в СПР. Преимущества и недостатки СПР.
20. Тиристоры и их ВАХ. Схемы трехфазных вентильных преобразователей.

21. Работа ВП в выпрямительном режиме. Регулировочные характеристики при работе на RL-нагрузку.
22. Работа ВП в инверторном режиме. Условия безопасного инвертирования.
23. Внешние характеристики ВП с учетом процессов коммутации и скоростные характеристики вентильного ЭП постоянного тока.
24. Схемы реверсивных УВП. Способы управления выпрямительными комплектами и их общие особенности.
25. Совместное управление реверсивными ВП, согласование регулировочных характеристик выпрямительных комплектов.
26. Способы снижения уравнивающих токов при совместном управлении реверсивными ВП.
27. Раздельное управление реверсивными ВП, его особенности, функции логического устройства.
28. Системы импульсно-фазового управления ВП, построенные по вертикальному принципу. Их типы. Регулировочные характеристики управляемых ВП.
29. Вентильный преобразователь как динамическое звено СУЭП.
30. Особенности ограничения тока в вентильном электроприводе постоянного тока.
31. Синтез линеаризованных структур вентильного электропривода по диаграммам качества.
32. Инженерная методика расчета САР скорости вентильных ЭП на основе методики диаграмм качества.
33. Функциональная схема однозонной СПР вентильного ЭП постоянного тока с раздельным управлением. Описание ее работы в режимах пуска и торможения.
34. Функциональная схема двухзонной СПР вентильного ЭП постоянного тока. Описание ее работы в первой и второй зонах регулирования. Варианты построения задающего воздействия по потоку возбуждения.
35. Транзисторный ЭП постоянного тока: функциональная схема и ее элементы.
36. Работа ИУМ на цепь якоря ДПТ при симметричном и несимметричном способе управления.
37. Структурные схемы симметричного и несимметричного широтно-импульсных модуляторов, их преимущества и недостатки.
38. Синтез регуляторов транзисторного ЭП постоянного тока.
39. Классификация систем управления положением рабочих органов производственных механизмов. Виды датчиков положения.
40. Синтез позиционного ЭП с подчиненным регулированием координат.
41. Следящий ЭП с подчиненным регулированием координат и его характеристики.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Автоматическое управление электроприводами», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны составить электрическую, структурную схемы автоматизированного электропривода постоянного тока, синтезировать и рассчитать параметры регуляторов в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты проектируют и исследуют систему подчиненного регулирования скорости электропривода постоянного тока.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Выбор электрооборудования для проектируемой системы электропривода
 - 1.1. Выбор и проверка генератора постоянного тока.
 - 1.2. Выбор и проверка гонного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
 - 1.3. Выводы.
2. Математическая модель системы «генератор-двигатель»
 - 2.1. Дифференциальные уравнения и структурная схема системы «Г-Д».
 - 2.2. Расчет всех основных параметров силовой цепи обмотки якоря системы «Г-Д» и обмотки возбуждения генератора постоянного тока.
 - 2.3. Выводы.
3. Синтез системы подчиненного регулирования координат системы «Г-Д»
 - 3.1. Составление силовой и функциональной схемы замкнутой системы «Г-Д».
 - 3.2. Синтез контура регулирования тока возбуждения генератора постоянного тока. Проверка результатов синтеза.
 - 3.3. Синтез контура регулирования тока якоря системы «Г-Д». Проверка результатов синтеза.
 - 3.4. Синтез контура регулирования скорости двигателя постоянного тока. Проверка результатов синтеза.
 - 3.3. Выводы.
4. Исследование режимов работы замкнутой системы «Г-Д»
 - 4.1. Получение графиков переходных процессов в синтезированной системе «Г-Д» при различных режимах работы.
 - 4.2. Выводы.

Перечень графического материала:

- Электрические и структурные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Структурные схемы контуров регулирования координат системы «Г-Д».
- Переходные процессы в контурах регулирования и в системе 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 расчете регуляторов системы управления, соответствие результатов цифрового моделирования заданию, 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, электрическая схема и структура системы автоматического управления составлены с ошибками, присутствуют существенные ошибки в расчетах регуляторов системы управления, отсутствуют результаты цифрового моделирования системы, 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: электрическая схема и структура системы автоматического управления составлены с ошибками, присутствуют существенные ошибки в расчетах регуляторов системы управления, результаты цифрового моделирования не позволяют с уверенностью судить о работоспособности разработанной системы, 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, электрическая схема электропривода составлена верно, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной с точки зрения поставленной задачи управления, присутствуют незначительные ошибки в расчетах регуляторов системы управления, результаты цифрового моделирования подтверждают работоспособность системы, 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, электрическая схема электропривода составлена верно, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей с точки зрения поставленной задачи, расчет регуляторов системы управления выполнен без ошибок, результаты цифрового моделирования подтверждают работоспособность системы автоматического управления и полностью соответствуют заданию на РГЗ, 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 25), задающих типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока. Например: 5.

Таблица вариантов расчетно-графического задания

№ варианта	Тип электрической машины	P_H	U_H	n_H
1.	2ПБ132МУХЛ4	2,4	110	1600
2.	2ПО132МУХЛ4	4,5	440	2240

3.	2ПФ132МУХЛ4	6,0	220	2360
4.	2ПН160МУХЛ4	7,5	110	1600
5.	2ПБ160МУХЛ4	2,5	440	1120
6.	2ПО160МУХЛ4	6,0	220	1600
7.	2ПФ160МУХЛ4	4,2	110	800
8.	2ПН180МУХЛ4	8,0	440	1000
9.	2ПБ180МУХЛ4	12,0	220	3350
10.	2ПО180МУХЛ4	4,5	110	750
11.	2ПФ180МУХЛ4	9,0	440	750
12.	2ПН200МУХЛ4	13,0	220	1120
13.	2ПБ200ЛУХЛ4	6,0	110	800
14.	2ПО200ЛУХЛ4	11,0	440	1000
15.	2ПБ132ЛУХЛ4	3,2	220	1600
16.	2ПО132ЛУХЛ4	5,3	110	2200
17.	2ПФ132ЛУХЛ4	7,5	440	2200
18.	2ПН160ЛУХЛ4	11,0	220	1500
19.	2ПБ160ЛУХЛ4	3,2	110	1060
20.	2ПО160ЛУХЛ4	7,1	440	1500
21.	2ПФ160ЛУХЛ4	5,6	220	800
22.	2ПН180ЛУХЛ4	10,0	110	1000
23.	2ПБ180ЛУХЛ4	4,2	440	750
24.	2ПО180ЛУХЛ4	5,2	220	800
25.	2ПФ180ЛУХЛ4	10,0	110	750

Образцы оформления титульных листов РГЗ:

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

Р А С Ч Е Т Н О - Г Р А Ф И Ч Е С К О Е З А Д А Н И Е

по дисциплине «Автоматическое управление электроприводами»

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

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчетно-графическое задание по дисциплине
«Автоматическое управление электроприводами»
Тема: Проектирование и исследование системы подчиненного регулирования
скорости электропривода постоянного тока

Студент: _____ Группа _____

Направление: 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Руководитель расчетно-графического задания

_____/_____/____

Расчетно-графическое задание сдано на проверку

«__» _____ 201__ г.

Расчетно-графическое задание защищено

«__» _____ 201__ г.

Оценка: _____

Расчетно-графическое задание

Студент _____ Группа _____

Тема: Проектирование и исследование системы подчиненного регулирования скорости электропривода постоянного тока

Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания _____
- Тип электрической машины _____
- Номинальная мощность _____
- Номинальное напряжения якоря _____
- Номинальная частота вращения _____

Содержание пояснительной записки:

1. Выбор электрооборудования для проектируемой системы электропривода
 - 1.1. Выбор и проверка генератора постоянного тока.
 - 1.2. Выбор и проверка гонного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
 - 1.3. Выводы.
2. Математическая модель системы «генератор-двигатель»
 - 2.1. Дифференциальные уравнения и структурная схема системы «Г-Д».
 - 2.4. Расчет всех основных параметров силовой цепи обмотки якоря системы «Г-Д» и обмотки возбуждения генератора постоянного тока.
 - 2.5. Выводы.
3. Синтез системы подчиненного регулирования координат системы «Г-Д»
 - 3.1. Составление силовой и функциональной схемы замкнутой системы «Г-Д».
 - 3.2. Синтез контура регулирования тока возбуждения генератора постоянного тока. Проверка результатов синтеза.
 - 3.3. Синтез контура регулирования тока якоря системы «Г-Д». Проверка результатов синтеза.
 - 3.4. Синтез контура регулирования скорости двигателя постоянного тока. Проверка результатов синтеза.
 - 3.3. Выводы.
4. Исследование режимов работы замкнутой системы «Г-Д»
 - 4.1. Получение графиков переходных процессов в синтезированной системе «Г-Д» при различных режимах работы.
 - 4.2. Выводы.

Перечень графического материала:

- Электрические и структурные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Структурные схемы контуров регулирования координат системы «Г-Д».
- Переходные процессы в контурах регулирования и в системе электропривода.

Руководитель расчетно-графическое задание _____ / _____ /

Задание к исполнению принял _____ ” _____ ” _____ 201__ г.