

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

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматизированный электропривод

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Курс: 4, семестр : 7

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	45
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
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): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

ФГОС введен в действие приказом №1000 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 25.08.2016 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Сысенко В. Т.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Рахимьянов Х. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
31. знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения	
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
310. знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики	

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>Автоматизированный электропривод</i>	
ОПК.4.31 знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения	
1. Основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.310 знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики	
2. Методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Понятие автоматизированного электропривода				
1. Понятия и определения дисциплины.	1	2	1	Введение. Понятие автоматизированного электропривода (ЭП): примеры, краткий исторический очерк развития. Характеристика ЭП как основного средства электрификации производственных процессов и как основной нагрузки в системах электроснабжения. Классификация ЭП.
Дидактическая единица: Механическая часть электропривода				

2. Кинематика электропривода.	0,5	1	1	Основы механики ЭП. Структура механической части ЭП. Уравнение движения элементов механической части. Приведение моментов и сил сопротивления, а также масс и моментов инерции к одному общему элементу.
3. Расчетные схемы и уравнения движения электропривода.	0,5	1	1	Расчетные схемы механической части ЭП. Многомассовые механические системы. Установившиеся режимы работы. Механические характеристики двигателя и рабочего органа производственного механизма. Активный и реактивный моменты сопротивления. Определение координат установившегося движения. Условия статической устойчивости ЭП.
Дидактическая единица: Статические и динамические характеристики и режимы работы электропривода				
4. Электроприводы с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.	1,5	3	1, 2	Схемы включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Свойства, статические характеристики и режимы работы ЭП с ДПТ НВ. Естественная и искусственные механические и электрические характеристики. Схема и характеристики динамического торможения. Регулирование скорости, тока и момента ЭП с ДПТ НВ: при помощи резисторов в цепи якоря; изменением магнитного потока; подводимым к якорю напряжением; в схеме с шунтированием обмотки якоря. Система ЭП "Вентильный преобразователь-двигатель". Импульсный способ регулирования координат ЭП с ДПТ НВ.

5. Электроприводы с двигателями постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения.	1,5	3	1, 2	Схемы включения двигателей постоянного тока последовательного (ДПТ ПВ) и смешанного (ДПТ СВ) возбуждения. Статические характеристики и режимы работы ЭП с ДПТ ПВ. Регулирование координат ЭП: при использовании резисторов в цепи якоря; изменением магнитного потока; изменением напряжения якоря; в схеме с шунтированием обмотки якоря. Схемы управления ЭП ДПТ ПВ. Переходные процессы в системе ЭП. Статические характеристики и режимы работы ЭП с ДПТ СВ. Электромеханические свойства ЭП с ДПТ СВ.
6. Электроприводы с асинхронными двигателями.	1,5	3	1, 2	ЭП с асинхронным двигателем (АД). Схемы включения, статические характеристики и режимы работы ЭП с АД. Динамическое торможение АД. Регулирование координат с помощью резисторов в цепях статора и ротора. ЭП с многоскоростным АД. Система ЭП "преобразователь напряжения-двигатель". Частотный способ регулирования координат АД. Регулирование скорости АД в каскадных схемах включения.
7. Электроприводы с синхронными двигателями.	0,5	1	1, 2	ЭП с синхронным (СД) и специальными электродвигателями. Схемы включения, статические характеристики синхронного ЭП для компенсации реактивной мощности. Схемы управления СД.
Дидактическая единица: Энергетические характеристики электропривода				

8. Выбор мощности и электромагнитная совместимость электропривода.	1	2	1, 2	Выбор мощности двигателей для систем ЭП. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Классификация режимов работы электродвигателей по условиям нагрева. Нагрузочная диаграмма ЭП. Проверка выбора электродвигателей, работающих в продолжительном кратковременном и повторно-кратковременном режимах. Определение допустимой частоты включения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Влияние регулируемого ЭП постоянного тока на сети электроснабжения машиностроительных предприятий. Вопросы актуальности компенсации реактивной мощности на крупных промышленных заводах.
Дидактическая единица: Автоматическое управление электроприводами				
9. Разомкнутые и замкнутые системы автоматического управления электроприводами.	1	2	1	Понятие системы автоматического управления (САУ). Разомкнутые САУ. Принципы построения и схемы автоматического управления ДПТ НВ при пуске, торможении, реверсе. Замкнутые САУ. Принципы построения и схемы автоматического управления с различными типами обратных связей. Элементная база информационного канала. Синтез структур и параметров информационного канала. Важность и актуальность замкнутых САУ ЭП технологических процессов в машиностроительных производств.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Механическая часть электропривода				

1. Расчет параметров механической части электропривода.	1	2	1	Механическая часть силового канала ЭП. Типовые нагрузки механической части. Формулы для расчета приведения движущихся масс. Составление уравнений движения ЭП.
Дидактическая единица: Статические и динамические характеристики и режимы работы электропривода				
2. Расчет статических и динамических характеристик двигателей постоянного тока в системах регулируемого электропривода.	2	4	1, 2	Физические процессы электромеханического преобразования энергии в ЭП постоянного тока. Расчет статических - естественной и искусственных характеристик ДПТ НВ. Расчет механических переходных процессов ЭП с ДПТ НВ в режимах реостатного пуска, динамического торможения и торможения противовключением. Анализ режимов работы ЭП.
3. Расчет статических и динамических характеристик асинхронных двигателей в системах регулируемого электропривода.	2	4	1, 2	Расчет статических механических характеристик АД в режимах пуска и торможения (динамического и противовключением). Расчет механических переходных процессов ЭП с АД в режимах реостатного пуска, динамического торможения и торможения противовключением
Дидактическая единица: Автоматическое управление электроприводами				
4. Расчет процесса автоматического пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	2	4	1, 2	Способы пуска ДПТ НВ. Требования и ограничения тока (момента) ДПТ НВ при пуске. Расчет пусковой диаграммы ДПТ НВ. Проверка резисторов по нагреву. Изучение принципиальной электрической схемы ЭП с ДПТ НВ механизма подъема с релейно-контакторной системой управления. Выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов и пусковых резисторов принципиальной электрической схемы управления ЭП с ДПТ НВ механизма подъема

5. Расчет процесса автоматического пуска асинхронного электродвигателя.	2	4	1, 2	Способы пуска АД. Требования и ограничения тока (момента) АД при пуске. Расчет пусковой диаграммы АД. Проверка резисторов по нагреву. Изучение принципиальной электрической схемы асинхронного ЭП механизма подъема с релейно-контакторной системой управления. Расчеты по выбору резисторов для пусковых и тормозных сопротивлений асинхронного ЭП механизма подъема. Выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов и пусковых резисторов принципиальной электрической схемы управления асинхронным ЭП механизма подъема
---	---	---	------	--

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	1	20	2
Разработка электропривода грузоподъемной лебедки: расчет и построение статических электромеханических и механических характеристик электропривода, расчет и построение механических переходных характеристик электропривода; разработка принципиальной электрической схемы системы автоматического управления электроприводом.: 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	2	30	2
Подготовка к лекциям и проработка лекционного материала - самостоятельные ответы на контрольные вопросы. Подготовка к практическим занятиям - расчет статических и динамических характеристик электропривода. Подготовка к выполнению лабораторных работ: выполнение домашнего задания, расчет статических и динамических характеристик электропривода.: 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 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	13	3
Проработка лекционного, практического и лабораторного материала.: 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 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.4; ПК.4;
Формируемые умения: з1. знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения; з10. знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики		
Краткое описание применения: Обсуждение материала лекционных и практических занятий		
2	Метод проектов	ОПК.4; ПК.4;
Формируемые умения: з1. знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения; з10. знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики		
Краткое описание применения: Самостоятельная подготовка студентами темы практических занятий		

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: 7		
<i>Практические занятия:</i>	10	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>	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "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 "		

Зачет:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "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 "		

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 РГЗ	Зачет
ОПК.4	з1. знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения	+	+
ПК.4	з10. знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики	+	+

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

7. Литература

Основная литература

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. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации : [учебное пособие для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" и др.] / [М. П. Белов и др.] ; под ред. В. А. Новикова, Л. М. Чернигова. - М., 2006. - 366, [1] с.
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.

Дополнительная литература

1. Браславский И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод : учебное пособие для вузов / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков ; под ред. И. Я. Браславского. - М., 2004. - 248, [1] с. : ил.
2. 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.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. 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
2. 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 Office
- 2 Matlab Simulink
- 3 MathCAD

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

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

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

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

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	з1. знать основные типы электрических машин и трансформаторов и области их применения	Выбор мощности и электромагнитная совместимость электропривода. Кинематика электропривода. Понятия и определения дисциплины. Разомкнутые и замкнутые системы автоматического управления электроприводами. Расчет параметров механической части электропривода. Расчет процесса автоматического пуска асинхронного электродвигателя. Расчет процесса автоматического пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет статических и динамических характеристик асинхронных двигателей в системах регулируемого электропривода. Расчет статических и динамических характеристик двигателей постоянного тока в системах регулируемого электропривода. Расчетные схемы и уравнения движения электропривода. Электроприводы с асинхронными двигателями. Электроприводы с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Электроприводы с двигателями постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения. Электроприводы с синхронными двигателями.	Расчетно-графическое задание, задание №1, разделы 1,2,5, задание №3, раздел 1	Зачет, вопросы 1-15
ПК.4 способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных	з10. знать методы измерения электрических и магнитных величин, принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики	Выбор мощности и электромагнитная совместимость электропривода. Расчет процесса автоматического пуска асинхронного электродвигателя. Расчет процесса автоматического пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет	Расчетно-графическое задание, задание №1, разделы 3-7, задание №2, разделы 1-3	Зачет, вопросы 16-30

ых производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа		статических и динамических характеристик асинхронных двигателей в системах регулируемого электропривода. Расчет статических и динамических характеристик двигателей постоянного тока в системах регулируемого электропривода. Электроприводы с асинхронными двигателями. Электроприводы с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Электроприводы с двигателями постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения. Электроприводы с синхронными двигателями.		
---	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.4.

Форма проведения зачета – письменная 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.4, ПК.4, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

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

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы,

большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

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

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15, второй вопрос из диапазона вопросов 16-30 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 8

к зачету по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

1. Регулирование частоты вращения в электроприводах. Показатели качества регулирования.
2. САУ с отрицательной обратной связью по току с отсечкой

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ _____ профессор, Аносов В.Н.
(подпись) (должность, ФИО)

«__» _____ 20__ г.
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 9 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 10 до 14 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при

решении задачи, оценка составляет от 15 до 17 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 18 до 20 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 «Автоматизированный электропривод нефтегазовой отрасли»

1. Понятие автоматизированного электропривода и принцип его работы.
2. Кинематика электропривода.
3. Механика электропривода.
4. Характеристики ДПТ НВ.
5. Характеристики ДПТ ПВ.
6. Характеристики ДПТ СВ.
7. Характеристики СД.
8. Характеристики АД с фазным ротором.
9. Регулирование частоты вращения в электроприводах. Показатели качества регулирования.
10. Параметрическое регулирование частоты вращения в электроприводах.
11. Регулирование частоты вращения импульсным методом подачи напряжения в ДПТ НВ.
12. Регулирование частоты вращения в системе генератор – двигатель.
13. Регулирование частоты вращения в системе тиристорный преобразователь – двигатель.
14. Частотное регулирование частоты вращения в АД с короткозамкнутым ротором.
15. Регулирование частоты вращения в АД с помощью тиристорного регулятора напряжения.
16. Режим работы электроприводов.
17. Нагрузочные диаграммы.
18. Выбор мощности двигателя методом средних потерь.
19. Выбор мощности двигателя методами эквивалентных: тока, мощности, момента.
20. Выбор мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
21. Разомкнутые системы автоматического управления (САУ).
22. САУ в функции скорости.
23. САУ в функции тока.
24. САУ в функции времени.
25. Общий принцип построения статической характеристики в замкнутых САУ.
26. САУ с отрицательной обратной связью по напряжению.
27. САУ с положительной обратной связью по току.
28. САУ с отрицательной обратной связью по скорости.

29. САУ с отрицательной обратной связью по току с отсечкой.
30. САУ подчиненного регулирования.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Автоматизированный электропривод», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты выполняют разработку электропривода грузоподъемной лебедки.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны определить моменты инерции электропривода, определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя, построить статические характеристики и пусковую диаграмму электропривода, рассчитать и построить графики механических переходных процессов, разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом.

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание №1:

1. Определение моментов инерции электропривода
2. Определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя
3. Статические характеристики электропривода
4. Пусковая диаграмма электропривода
5. Определить сопротивление и построить искусственную реостатную механическую характеристику электродвигателя, обеспечивающую в режиме противовключения при спуске груза скорость вращения, равную $0,2\omega_n$
6. Определить скорость опускания груза, если электродвигатель будет работать на характеристике $n \cdot 5$, но в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть.
7. Определить сопротивление и построить механическую характеристику динамического торможения, обеспечивающей при начальной скорости торможения, равной установившейся скорости подъема (см. п. 3.2), начальный тормозной момент, равный $M_{дт} = -2M_n$.

Задание №2

1. Рассчитать и построить графики механических переходных процессов - $W(t)$, $M(t)$ электропривода грузоподъемной лебедки (данные см. таблица № 1 по соответствующему варианту) в следующих режимах
2. При динамическом торможении в конце подъема груза на характеристике, рассчитанной в п. 7 задачи № 1, до полной остановки
Определить время торможения до полной остановки.
3. При торможении противовключением в режиме спуска груза от начальной скорости $W_{нач} = W_c$ (где W_c – скорость электродвигателя на естественной характеристике при спуске груза в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) до $W_{кон} = W_{c'}$ (где $W_{c'}$ – установившаяся скорость при спуске груза в режиме торможения противовключением, на реостатной характеристике, рассчитанной в п. 5 задачи №1).

Определить время торможения.

Задание №3.

1. Разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом грузоподъемной лебедки.

Перечень графического материала:

- Электрические и функциональные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Статические характеристики электропривода при различных режимах.
- Переходные процессы электропривода при различных режимах.

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

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет **0-29** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально, структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет **30-43** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена, а ее элементы выбраны без достаточного обоснования, хорошее качество графического материала оценка составляет **44-51** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет **52-60** 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. Предварительный балл за выполнение расчетно-графического задания – 60. Это значение снижается в следующих случаях:

- 1) За ошибки, обнаруженные при проверке пояснительной записки – до 10 баллов;
- 2) За слабую защиту работы – до 8 баллов.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 36), задающих типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока. Например: 15.

Таблица вариантов расчетно-графического задания

Технические данные электродвигателей постоянного тока															
Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, $U_n=220\text{ В}$, $PB=100\%$, $p=2$, $a=1$															
Вариант	Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	n_{max} , об/мин	M_{max} , Нм	$J_{дв}$, кгм ²	N	$r_{я}^* \cdot 10^{-1}$, Ом	$r_{дп}^* \cdot 10^{-1}$, Ом	$r_{ов}^* \cdot 10^{-1}$, Ом	$I_{овн}$, А	$W_{ов}$, витков	$\Phi_n \cdot 10^{-2}$, Вб	n, пуск. ст.
1	Д-12	2,5	14,6	1180	3600	54	0,05	990	11,3	5	270	0,7	1800	0,476	3
2															4
3															5
4	Д-21	4,5	26	1030	3600	113	0,12	921	6,6	2,2	136,4	1,2	1790	0,584	5
5															4
6															3
7	Д-22	6	33	1100	3600	137	0,15	696	3,7	1,91	132	1,35	1480	0,754	5
8															3
9															4
10	Д-31	8	44	840	3600	245	0,3	738	3,32	1,11	122	1,45	1870	0,933	5
11															3
12															4
13	Д-32	12	65	770	3300	402	0,42	558	1,89	0,67	102	1,7	1600	1,35	4
14															5
15															3
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	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	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
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

Образцы оформления титульных листов РГЗ:

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 «Автоматизированный электропривод»

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭАПУ

“ ” _____ 201__ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчетно-графическое задание по дисциплине

«Автоматизированный электропривод нефтегазовой отрасли»

Тема: Разработка электропривода грузоподъемной лебедки

Студент:

_____Группа_____

Направление: 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

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: Разработка электропривода грузоподъемной лебедки

Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания: _____
- Номинальное напряжение якоря: _____
- Продолжительность включения: _____
- Число пар полюсов: _____
- Число параллельных ветвей обмотки якоря: _____
- Тип электрической машины: _____
- Номинальная мощность: _____
- Номинальный ток якоря: _____
- Номинальная частота вращения: _____
- Максимальная частота вращения: _____
- Максимальный момент: _____
- Момент инерции двигателя: _____
- Число активных проводников: _____
- Номинальное сопротивление якоря: _____
- Номинальное сопротивление добавочных полюсов: _____
- Номинальное сопротивление обмотки возбуждения: _____
- Номинальный ток обмотки возбуждения: _____
- Число витков обмотки возбуждения: _____
- Номинальный поток: _____
- Число пусковых ступеней: _____

Содержание пояснительной записки:

Задание №1:

1. Определение моментов инерции электропривода:

Привести моменты инерции движущихся инерционных масс привода к скорости вращения электродвигателя.

Определить суммарный момент инерции расчетной эквивалентной системы привода.

При этом принять суммарный момент инерции соединительных муфт и шестерни редуктора, вращающихся со скоростью двигателя ω_1 , равным $0,1J_{дв}$, а суммарный момент инерции соединительных муфт и шестерни редуктора, вращающихся со скоростью механизма ω_2 , равным $0,1J_{дв} = 0,1J_6$.

2. Определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя:

а) двигательный режим - при подъеме груза

б) генераторный (тормозной) режим при спуске груза.

При этом КПД механизма принять равным $\eta_{мех} = 0,9$, а КПД редуктора $\eta_p = 0,95$.

3. Статические характеристики электропривода:

Построить естественные скоростную и механическую характеристики электродвигателя. Указать на них величину установившихся скоростей вращения двигателя при подъеме и спуске груза.

Определить соответствующие линейные скорости подъема и опускания груза.

4. Пусковая диаграмма электропривода:

Построить пусковую диаграмму электродвигателя при питании его от сети с неизменным напряжением, равным номинальному.

Определить величину сопротивлений пусковых ступеней, число которых берется из таблицы № 1.

5. Определить сопротивление и построить искусственную реостатную механическую характеристику электродвигателя, обеспечивающую в режиме противовключения при спуске груза скорость вращения, равную $0,2\omega_n$
6. Определить скорость опускания груза, если электродвигатель будет работать на характеристике $n \cdot 5$, но в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть.
7. Определить сопротивление и построить механическую характеристику динамического торможения, обеспечивающей при начальной скорости торможения, равной установившейся скорости подъема (см. п. 3.2), начальный тормозной момент, равный $M_{дт} = -2M_n$.

Задание №2

1. Рассчитать и построить графики механических переходных процессов - $W(t)$, $M(t)$ электропривода грузоподъемной лебедки (данные см. таблица № 1 по соответствующему варианту) в следующих режимах:

При реостатном пуске в режиме подъема груза.

Определить время разгона на каждой ступени пускового реостата.

Определить суммарное время разгона.

2. При динамическом торможении в конце подъема груза на характеристике, рассчитанной в п. 7 задачи № 1, до полной остановки:

Определить время торможения до полной остановки.

3. При торможении противовключением в режиме спуска груза от начальной скорости $W_{нач} = W_c'$ (где W_c' – скорость электродвигателя на естественной характеристике при спуске груза в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) до $W_{кон} = W_c''$ (где W_c'' – установившаяся скорость при спуске груза в режиме торможения противовключением, на реостатной характеристике, рассчитанной в п. 5 задачи №1).

Определить время торможения.

Задание №3.

1. Разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом грузоподъемной лебедки.

Техническое задание на разработку.

Грузоподъемная лебедка установлена на перегрузочном кране с крюковым подвесом.

Режим работы грузоподъемной лебедки - циклический. Цикл состоит из следующих временных операций:

- а) Застроповка груза (начало цикла).
- б) Обтягивание троса перед началом подъема груза.
- в) Подъем груза.
- г) Перемещение крана к месту перегрузки 1 груза.
- д) Спуск груза.
- е) Посадка груза.

- ж) Расстроповка груза.
- з) Обтягивание троса перед подъемом пустого крюка.
- и) Подъем пустого крюка.
- к) Обратное перемещение крана к месту нахождения перегружаемого груза.
- л) Спуск пустого крюка.
- м) Посадка пустого крюка (конец цикла).

Питание силовых цепей и цепей управления осуществляется от источника постоянного тока 220В.

Управление электроприводом осуществляется оператором посредством командоконтроллера и релейно-контакторных аппаратов. Командоконтроллер имеет кроме нулевого (среднего) положения еще $n+1$ положений на "Подъем" и $n+1$ на "Спуск", где n - число пусковых степеней пускового реостата.

Разгон электропривода, как при подъеме, так и при спуске груза или пустого крюка может осуществляться:

- а) либо последовательным переключением рукоятки командоконтроллера с 1-го положения в положение $n+1$.
- б) либо постановкой командоконтроллера сразу в положение $n+1$ на "Подъем" или "Спуск". В этом случае должен осуществляться автоматический пуск в функции времени.

Предусматривается ступенчатое реостатное регулирование скорости электропривода с использованием пусковых реостатных характеристик. Включение любой из n -регулируемых ступеней осуществляется установкой командоконтроллера в соответствующее положение.

На 1-ом положении командоконтроллера в цепь якоря включается сопротивление искусственной характеристики, рассчитанной в п. 5. На этой характеристике электропривод работает в двигательном режиме при обтягивании троса перед началом подъема груза или пустого крюка. Она же используется и для получения малой посадочной скорости в конце спуска груза в режиме торможения противовключением.

Остановка электропривода в конце подъема груза или пустого крюка осуществляется установкой командоконтроллера в нулевое (среднее) положение. При этом электропривод переводится в режим динамического торможения автоматическим его отключением в функции ЭДС в конце торможения. Одновременно с включением динамического торможения с некоторой выдержкой времени на вал электродвигателя накладывается электромагнитный тормоз.

Остановка электропривода в конце спуска груза осуществляется в следующем порядке:

- а) командоконтроллер из положения $n+1$ на "Спуске" (в этом положении командоконтроллера осуществляется спуск груза при работе двигателя на естественной характеристике в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) переводится сразу в положение 1 на "Подъем". При таком переключении командоконтроллера двигатель вначале переходит в режим динамического торможения (когда контроллер переходит через нулевое среднее положение), а затем в режим торможения противовключением (двигатель включается на подъем а груз по-прежнему продолжает движение в сторону спуска под действием силы тяжести).

б) при подходе груза к месту посадки оператор переводит командоконтроллер в среднее (нулевое) положение. Электропривод затормаживается до полной остановки в режиме динамического торможения и под действием механического тормоза с электромагнитным приводом.

В схеме должны быть предусмотрены следующие виды защит электропривода:

- а) Защита от коротких замыканий в силовой цепи.
- б) Защита от недопустимой перегрузки электродвигателя.
- в) Защита от коротких замыканий в цепях управления.
- г) Защита от недопустимого снижения питающего напряжения.
- д) Защита от недопустимого переподъема груза.
- ж) Защита от обрыва цепи обмотки возбуждения (защита от обрыва поля).
- з) Защита от самозапуска (нулевая блокировка).

1.1.4.1 Предусмотреть аварийное отключение электропривода посредством аварийной кнопки “Стоп”.

При срабатывании любой из указанных защит якорь двигателя отключается от питающей сети переводится в режим динамического торможения с одновременным наложением электромагнитного тормоза.

Определить длительность цикла работы грузоподъемной лебедки, если фактическая продолжительность включения ПВ%=40%.

При расчете длительности цикла рекомендуются:

- а) Длительность разгона и торможения при подъеме и спуске пустого крюка, принять равными соответственно длительности разгона и торможения электропривода при подъеме и опускании груза.
- б) Суммарное время выполнения операций п.п. а, б, е, ж, з, м раздела 1.1.2 принять равным 15 сек.
- в) Значение высоты подъема и опускания груза H берется из таблицы № 1.
- г) Величину реактивного статического момента сопротивления при подъеме и силовом спуске пустого крюка принять равным 10-15% номинального момента двигателя.

Выбрать ящики сопротивления и составить схему их соединений для всех ступеней пускового реостата и характеристик, обеспечивающих торможение динамическое и противовключением [1, 7.1-7.4; 4, 6.1-6.3].

Перечень графического материала:

- Электрические и функциональные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Статические характеристики электропривода при различных режимах.
- Переходные процессы электропривода при различных режимах.

Руководитель расчетно-графического задания _____/_____/

Задание к исполнению принял _____ ” ____ ” _____ 201 г