

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
Электрический привод

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

Курс: 4, семестры : 7 8

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	4
2	Всего часов	0	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	19
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	2
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	2
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		9
10	Самостоятельная работа, час.	0	123
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

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

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. Панкрац Ю. В.

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	
у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	
у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; в части следующих результатов обучения:	
з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность обрабатывать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з4. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	

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>Электрический привод</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; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у9 уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	
2.преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у11 уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	

3.на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.31 знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	
4.методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.34 знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	
5.методику расчета и выбора силового электрооборудования	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.у2 уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	
6.выполнять анализ полученных результатов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.31 знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	
7.основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	
8.способы расчетов объектов управления	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: 7				
Дидактическая единица: Механика электропривода				
13. Задачи и структура учебной дисциплины	0	2	1	Ведут конспектирование материала по теме
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей, применяемых в электроприводе				
3. Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик.	0,5	1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Отвечают на поставленные вопросы
Дидактическая единица: Системы управления и регулирования электроприводом (СУЭП)				

6. Пуск электродвигателей. Способы пуска. Требования и ограничения. Требования и ограничения. Реостатный пуск ДПТ и АД с кольцами при питании от сети с неизменным напряжением. Построение пусковой диаграммы, расчет ступеней пускового реостата. Расчет механических переходных процессов при реостатном пуске. Прямой пуск АД с КЗР. Расчет механических переходных процессов при прямом пуске АД с КЗР. Пуск ДПТ и АД при питании их от отдельных управляемых силовых преобразователей мощности (в системах УП-Д)	1,5	3	4, 6, 7	Ведут конспект, отвечают на вопросы.
---	-----	---	---------	--------------------------------------

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей, применяемых в электроприводе				
1. Исследование характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением	0	2	1, 3, 4	На лабораторных стендах выполняют работу, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей, применяемых в электроприводе				
1. Расчет статических, естественной и искусственных характеристик электродвигателей	0	2	2, 6	Проводят расчёты по теме, обсуждают проблемы и методы их решения и результаты.

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Механика электропривода				
1. Задачи и структура учебной дисциплины	0	2	1	Студенты конспектируют, в определенных моментах студенты отвечают на вопросы, предлагают варианты способов пуска электропривода и регулирования скорости.

2. Расчет параметров механической части электропривода	0	3	1, 7, 8	Проводят расчёты, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
8. Функции, выполняемые СУЭП. Простые и сложные функции управления. Схемы СУЭП - функциональные, структурные, электрические, принципиальные, компоновочные, внешних соединений и другие. Действующие ГОСТ на условные и буквенно-цифровые обозначения в схемах СУЭП. Принципы построения СУЭП, реализующих сложные функции управления. Использование систем подчиненного регулирования параметров (СПР) в современных замкнутых СУЭП постоянного и переменного тока. Общие сведения о синтезе регуляторов таких систем. Принципы построения СУЭП, реализующих простые функции управления: автоматический пуск в функции времени, тока якоря (ротора), ЭДС, скорости; автоматизация торможения противовключением с последующим реверсом, автоматизация режима динамического торможения. Защиты, применяемые в СУЭП.	0	3	7	Предлагают решения на поставленные вопросы, конспектируют материал.
13. Механическая часть электропривода, как объект управления. Передаточные функции, структурные схемы.	0	6	1	Самостоятельно изучают материал.
14. Механическая и угловая характеристики, способы пуска и торможения синхронных электродвигателей.	0	6	4	Самостоятельно закрепляют материал по механической и угловой характеристикам, способам пуска и торможения синхронных электродвигателей.
Дидактическая единица: Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей, применяемых в электроприводе				
2. Исследование характеристик электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением	0	7	1, 3, 4, 6	Выполняют лабораторную работу, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.

2. Основные механические узлы и кинематические схемы механической части силового электропривода. Силы и моменты, действующие в механической части силового кабеля электропривода. Типовые нагрузки механической части. Уравнения движения электропривода с учетом и без учета упругости в кинематических звеньях электропривода. Трех-, двухмассовые упругие и одномассовая жесткая системы электропривода. Приведение движущихся масс, жесткостей связей, нагрузок к расчетной скорости движения. Составление расчетных схем механической части электропривода. Механическая часть электропривода как объект управления. Передаточные функции. Структурные схемы.	0	5	1, 4	Конспектируют, отвечают на вопросы.
3. Исследование характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с кольцами	0	5	1, 3, 4, 6	Выполняют лабораторную работу согласно методическим указаниям, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
3. Расчет статических механических характеристик АД в режимах пуска и торможения, динамического и противовключения	0	2	1, 2, 8	Проводят расчёты статических механических характеристик асинхронного двигателя в различных режимах, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
4. Исследование характеристик тиристорного электропривода постоянного тока (система ТП-Д)	0	4	1, 3, 4, 6	Выполняют лабораторную работу согласно методическим указаниям, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
4. Расчет механических переходных процессов в режимах реостатного пуска, динамического торможения и торможения противовключением	0	2	4, 8	проводят расчеты механических переходных процессов в режимах реостатного пуска, динамического торможения и торможения противовключением, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
7. Торможение электроприводов	0	2	4	Студенты ведут конспект, предлагают способы торможения электропривода

11. Изучение принципиальной электрической схемы асинхронного электропривода механизма подъема с релейно-контакторным управлением	0	2	7	Рассматривают различные варианты реализации релейно-контактных схем, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
Дидактическая единица: Системы управления и регулирования электроприводом (СУЭП)				
4. Физические процессы в электроприводе с машинами постоянного тока (ДПТ) Электромеханические свойства и характеристики (ДПТ). Уравнения динамических и статических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Естественная характеристика. Искусственные характеристики, получаемые при изменении активного сопротивления в якорной цепи, величины магнитного потока, напряжения на якоре двигателя. Характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением (ДПТ ПВ) и их отличительные особенности. Характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением (ДПТ СВ) и их отличительные особенности. ДПТ как объект управления. Два канала управления воздействуют на электрическую часть силового канала электропривода: канал управления напряжением, подводимого к якору электродвигателя и канал управления его магнитным потоком. Способы регулирования скорости ДПТ.	0	6	2	Студенты конспектируют лекционный материал, предлагают решения поставленных задач.
5. Изучение принципиальной электрической схемы электропривода постоянного тока с релейно-контакторным управлением для механизма подъема.	0	3	5	Разбирают материал по принципиальным электрическим схемам электропривода постоянного тока с релейно-контакторным управлением для механизма подъема, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.
6. Расчеты по выбору резисторов для пусковых и тормозных сопротивлений электропривода механизма подъема. Проверка резисторов по нагреву, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты.	0	3	5, 8	Выполняют расчеты по выбору резисторов для пусковых и тормозных сопротивлений электропривода механизма подъема. Проверка резисторов по нагреву.

9. Показатели регулирования скорости.	0	3	4	Ведут конспект, отвечают на вопросы о диапазоне, точности, плавности, направлении регулирования, энергетических показателях.
12. Выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов принципиальной электрической схемы управления асинхронным электроприводом механизма подъема	0	1	5	Осуществляют выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов принципиальной электрической схемы управления асинхронным электроприводом механизма подъема
15. Регулирование скорости и характеристики многоскоростных асинхронных электродвигателей с КЗР при изменении числа пар полюсов.	0	5	3	Закрепляют материал темы
Дидактическая единица: Энергетика электропривода. Элементы проектирования электропривода.				
5. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными машинами	0	4	2	Предлагают решения на поставленные задачи, ведут конспект лекций

10. Режимы работы электроприводов: продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный (ПКР). Продолжительность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы электропривода. Основы теории нагрева электрической машины. Уравнение теплового баланса. Выбор мощности электродвигателей для электропривода. Предварительный выбор мощности. Проверка выбранного двигателя по нагреву и на перегрузочную способность. Прямой и косвенные способы проверки мощности электродвигателя по нагреву: метод средних потерь, метод эквивалентных (среднеквадратичных) величин тока, момента, мощности. Элементы проектирования электропривода. Три этапа проектирования: 1. обследование технического объекта, формулирование требований к электроприводу, составление технического задания на проектирование. 2. разработка технического проекта 3. разработка рабочего проекта, заказ электрооборудования	0	4	4, 5	Ведут конспектирование материала, отвечают на поставленные материалы
16. Потери энергии в электроприводе в неустановившихся режимах работы (пуск, торможение, реверс). Способы сокращения потерь энергии.	0	15	1	Закрепляют материал по потерям энергии в электроприводе в неустановившихся режимах работы (пуск, торможение, реверс). Способы сокращения потерь энергии.
17. Особенности расчета и выбора мощности электродвигателей при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Выбор мощности асинхронных двигателей с КЗР по допустимому числу включений в час.	0	5	1, 5	Самостоятельно изучают и закрепляют материал по указанной теме

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	2, 5	8	3
: Основы электропривода : методические указания к расчетно-графической работе для 4 курса электромеханического факультета, обучающихся по направлению 140600 " Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. Д. Абакумов]. - Новосибирск, 2006. - 33, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar				
2	Подготовка к занятиям	1, 2	10	4
: 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 Автоматизированный электропривод : программа курса, методические указания и контрольные задания для заочного факультета направления 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Т. Сысенко]. - Новосибирск, 2011. - 28 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922 Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030 . - Загл. с экрана. 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 Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf Основы электропривода : методические указания к расчетно-графической работе для 4 курса электромеханического факультета, обучающихся по направлению 140600 " Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. Д. Абакумов]. - Новосибирск, 2006. - 33, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar				
3	Подготовка к аттестации	4, 5, 7	7	2
: Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231 . - Загл. с экрана. 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 Автоматизированный электропривод : программа курса, методические указания и контрольные задания для заочного факультета направления 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Т. Сысенко]. - Новосибирск, 2011. - 28 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922 Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030 . - Загл. с экрана. 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 Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf Основы электропривода : методические указания к расчетно-графической работе для 4 курса электромеханического факультета, обучающихся по направлению 140600 " Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. Д. Абакумов]. - Новосибирск, 2006. - 33, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar				

4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	98	0
---	---	------------------------	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : 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>
Автоматизированный электропривод : программа курса, методические указания и контрольные задания для заочного факультета направления 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Т. Сысенко]. - Новосибирск, 2011. - 28 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164922 Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - Загл. с экрана. 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 Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf> Основы электропривода : методические указания к расчетно-графической работе для 4 курса электромеханического факультета, обучающихся по направлению 140600 " Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. Д. Абакумов]. - Новосибирск, 2006. - 33, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_abakumov.rar

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

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения: Отвечают на вопросы, рассуждают.	

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		
Дополнительная учебная деятельность:	0	

Контролирующие материалы приводятся в "Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030 . - Загл. с экрана."		
Семестр: 8		
Лабораторная: выполнение	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия:	5	10
Контролирующие материалы - список вопросов		
РГЗ:	20	40
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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar "		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

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	Экзамен
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		+
	у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты		+
	у9. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем		+
ОПК.3	з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах		+
ПК.2	у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	+	
ПК.5	з4. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	+	+
ПК.6	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках		+
ПК.7	з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств		+

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

7. Литература

Основная литература

1. 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.
2. Сысенко В. Т. Электрический привод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 4 курса ФМА, ФЭН] / В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197030. - Загл. с экрана.
3. Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

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

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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

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

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторный стенд для исследования ЭП переменного тока	Проведение лабораторных занятий
2	Лабораторный стенд для исследования ЭП постоянного тока	Проведение лабораторных занятий
3	Лабор.стенд для исследования статич.и динамич. хар-к ЭП переменного тока	Проведение лабораторных 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

Электрический привод

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

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

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

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	з6. знать основные принципы построения электротехнических систем, математические модели их элементов и типовые методы анализа и синтеза, области применения этих методов, основные статические и динамические характеристики электротехнических объектов	Задачи и структура учебной дисциплины Основные механические узлы и кинематические схемы механической части силового электропривода. Силы и моменты, действующие в механической части силового кабеля электропривода. Типовые нагрузки механической части. Уравнения движения электропривода с учетом и без учета упругости в кинематических звеньях электропривода. Трех-, двухмассовые упругие и одномассовая жесткая системы электропривода. Приведение движущихся масс, жесткостей связей, нагрузок к расчетной скорости движения. Составление расчетных схем механической части электропривода. Механическая часть электропривода как объект управления. Передаточные функции. Структурные схемы.	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы: 1, 27, 16, 17, 5-13, 2, 3
ОПК.2	у11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза электротехнических систем	Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными машинами Физические процессы в электроприводе с машинами постоянного тока (ДПТ) Электромеханические свойства и характеристики (ДПТ). Уравнения	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы: 4-15, 29-32

		динамических и статических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Естественная характеристика. Искусственные характеристики, получаемые при изменении активного сопротивления в якорной цепи, величины магнитного потока, напряжения на якоре двигателя. Характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением (ДПТ ПВ) и их отличительные особенности. Характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением (ДПТ СВ) и их отличительные особенности. ДПТ как объект управления. Два канала управления воздействуют на электрическую часть силового канала электропривода: канал управления напряжением, подводимого к якору электродвигателя и канал управления его магнитным потоком. Способы регулирования скорости ДПТ.		
ОПК.2	у13. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик.	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы: 4 - 22
ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	Основные механические узлы и кинематические схемы механической части силового электропривода. Силы и моменты, действующие в механической части силового кабеля электропривода. Типовые нагрузки механической части. Уравнения движения электропривода с учетом и без учета упругости в кинематических звеньях электропривода. Трех-, двухмассовые упругие и одномассовая жесткая системы электропривода. Приведение движущихся масс, жесткостей связей, нагрузок к расчетной скорости движения. Составление	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы: 2- 22

		расчетных схем механической части электропривода. Механическая часть электропривода как объект управления. Передаточные функции. Структурные схемы. Показатели регулирования скорости. Пуск электродвигателей. Способы пуска. Требования и ограничения. Требования и ограничения. Реостатный пуск ДПТ и АД с кольцами при питании от сета с неизменным напряжением. Построение пусковой диаграммы, расчет ступеней пускового реостата. Расчет механических переходных процессов при реостатном пуске. Прямой пуск АД с КЗР. Расчет механических переходных процессов при прямом пуске АД с КЗР. Пуск ДПТ и АД при питании их от отдельных управляемых силовых преобразователей мощности (в системах УП-Д) Торможение электроприводов		
ПК.2/НИ способность обрабатывать результаты экспериментов	у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	Режимы и физические процессы электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Энергетические показатели и ограничения, накладываемые на процесс электромеханического преобразования энергии. Электромеханическая (скоростная) и механическая характеристики электродвигателей. Жесткость характеристик.	РГЗ, все разделы	
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	34. знать методику расчета и выбора силового электрооборудования	Выбор типа, краткое описание и составление спецификации релейно-контакторных аппаратов принципиальной электрической схемы управления асинхронным электроприводом механизма подъема Расчеты по выбору резисторов для пусковых и тормозных сопротивлений электропривода механизма подъема. Проверка резисторов по нагреву, обсуждают проблемы и методы их решения, результаты. Режимы работы электроприводов: продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный (ПКР). Продолжительность включения (ПВ). Нагрузочные диаграммы электропривода. Основы теории нагрева электрической машины.	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы:2, 3, 30, 31,

		Уравнение теплового баланса. Выбор мощности электродвигателей для электропривода. Предварительный выбор мощности. Проверка выбранного двигателя по нагреву и на перегрузочную способность. Прямой и косвенные способы проверки мощности электродвигателя по нагреву: метод средних потерь, метод эквивалентных (среднеквадратичных) величин тока, момента, мощности. Элементы проектирования электропривода. Три этапа проектирования: 1. обследование технического объекта, формулирование требований к электроприводу, составление технического задания на проектирование. 2. разработка технического проекта 3. разработка рабочего проекта, заказ электрооборудования		
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	Расчет параметров механической части электропривода	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы 2,3
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	Функции, выполняемые СУЭП. Простые и сложные функции управления. Схемы СУЭП - функциональные, структурные, электрические, принципиальные, компоновочные, внешних соединений и другие. Действующие ГОСТ на условные и буквенно-цифровые обозначения в схемах СУЭП. Принципы построения СУЭП, реализующих сложные функции управления. Использование систем подчиненного регулирования параметров (СПР) в современных замкнутых СУЭП постоянного и переменного тока. Общие сведения о синтезе регуляторов таких систем. Принципы построения СУЭП, реализующих простые функции управления: автоматический пуск в функции времени, тока якоря (ротора), ЭДС, скорости; автоматизация торможения противовключением с	РГЗ, все разделы	Экзамен, вопросы: 24-28

		последующим реверсом, автоматизация режима динамического торможения. Защиты, применяемые в СУЭП.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ.

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

дополнительные уточняющие вопросы в рамках тематик вопросов билета.

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

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

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

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

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

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрический привод», 8 семестр

1. Методика оценки

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

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет №1

к экзамену по дисциплине «Электрический привод»

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

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ _____ В.Н. Аносов

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает основных определений и не способен классифицировать режимы работы электроприводов, не способен составлять и описывать уравнения движения и уравнения электромагнитных процессов электропривода, оценка составляет *от 10 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает основные определения и приводит классификацию режимов работы электроприводов, составляет и описывает уравнения движения и уравнения электромагнитных процессов электропривода, при этом затрудняется производить анализ структур автоматического управления электроприводом, оценка составляет *от 20 до 28 баллов*.

-
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает принципы построения систем автоматизированного электропривода, способен анализировать характеристики различных вариантов структур систем управления, разбирается в способах пуска и торможения электроприводов постоянного и переменного токов, однако не проявляет навыков в разработке систем регулирования, оценка составляет *от 29 до 34 баллов*.
 - Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет вопросами автоматизированного электропривода постоянного и переменного токов, способен предлагать собственные решения в вопросах разработки и проектирования систем регулирования типовых электроприводов, понимает процессы при пуске и торможении электроприводов, оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов»

Тема 1.1. Введение.

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

Тема 1.2. Механика электропривода.

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

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

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

ТПЧ- АД.

19. Регулирование скорости АД.

20. Электромеханические характеристики и режимы работы АД в каскадных схемах включения.

21. Тормозные режимы АД.

22. Электромеханические свойства и характеристики многоскоростных АД КЗР.

23. Механическая и угловая характеристика синхронного двигателя с неявно и явно выраженными полюсами на роторе.

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

24. Принципы построения СУЭП, реализующие простые функции управления. Схема управления ДПТ НВ, обеспечивающая автоматизацию пуска и торможения.

25. Схема управления АД с фазным ротором, обеспечивающая автоматизацию пуска, торможения и реверса.

26. СУЭП, реализующие сложные функции управления. Замкнутые СУЭП с подчиненным регулированием параметров. Структура 3-х контурной системы СПР.

27. Режимы работы системы ТП- Д с одной тиристорной группой и реверсорами в якорной цепи и в цепи обмотки возбуждения ДПТ- НВ.

28. Режимы работы и характеристики реверсивной системы ТП- Д с 2-мя тиристорными группами с совместными раздельным их управлением.

Тема 1.5. Энергетика электропривода.

29. Потери энергии в установившихся и переходных режимах работы электропривода.

30. Режимы работы электроприводов. Нагрев и охлаждение электрических машин.

31. Прямой и косвенные методы проверки мощности электродвигателя по нагреву.

32. Особенности расчета и выбора мощности электродвигателя при продолжительном, повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрический привод», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты решают три задачи. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 45) – для двигателей постоянного тока, задающих типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока, для двигателей переменного тока варианты от 46 до 93). Например: 15. Целью РГР является изучение и закрепление знаний по изучаемой дисциплине посредством практических расчетов различных параметров и характеристик электропривода конкретного механизма, в качестве которого используется механизм подъема перегрузочного крана.

2. Краткая характеристика РГР

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

РГР включает в себя три задачи.

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

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

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

3. Организация выполнения РГР

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

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ электропривода, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет от 10 до 19 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально: анализ электропривода выполнен поверхностно, структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет от 20 до 28 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, если анализ типового производственного

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, если анализ электропривода выполнен подробно, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

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.

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 60), задающих тип механизма, для которого необходимо выполнить описание режимов работы, составить структурную и электрическую принципиальные схемы. Например: 5.

[illegible]

Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, $U_n = 220$ В, ПВ = 100 %, $p = 2$, $a = 1$															
Вариант	Тип	P_n кВт	I_n А	n_n об/мин	$n_{\max}$ об/мин	$M_{\max}$ Нм	$J_{\text{дв}2}$ кгм ²	N	$r_{\text{я}}^*)10^{-1}$ Ом	$r_{\text{дп}}^*)10^{-1}$ Ом	$r_{\text{ов}}^*)$ Ом	$I_{\text{овн}}$ А	$W_{\text{ов}}$ витков	Φ_n10^{-2} Вб	n пуск, ст
16	Д-41	16	86	690	3300	598	0,8	492	1,06	0,51	70	2,5	1480	1,76	4
17															3
18															5
19	Д-806	22	116	650	2600	872	1,0	372	0,675	0,4	65	2,7	1400	2,5	3
20															4
21															5
22	Д-808	37	192	575	2300	1635	2,0	278	0,34	0,2	44,4	3,93	1250	3,81	3
23															4
24															5
25	Д-810	55	280	550	2200	2550	3,6	234	0,332	0,115	46,2	3,9	1500	4,76	3
26															4
27															5
28	Д-21	5,5	31	1400	3600	98	0,12	690	3,56	1,51	136,4	1,2	1790	0,56	3
29															4
30															5
31	Д-22	8	43,5	1510	3600	137	0,15	522	2,02	1,08	132	1,35	1480	0,757	5
32															4
33															3

Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, $U_n = 220$ В, ПВ = 100 %, $p = 2$, $a = 1$															
Вариант	Тип	P_n кВт	I_n А	n_n об/мин	$n_{\max}$ об/мин	$M_{\max}$ Нм	$J_{\text{дв}2}$ кгм ²	N	$r_{\text{я}}^*)10^{-1}$ Ом	$r_{\text{дп}}^*)10^{-1}$ Ом	$r_{\text{ов}}^*)$ Ом	$I_{\text{овн}}$ А	$W_{\text{ов}}$ витков	Φ_n10^{-2} Вб	n пуск, ст
34	Д-31	12	64	1360	3600	225	0,3	492	1,37	1,11	120	1,45	1870	0,834	5
35															4
36															3
37	Д-32	18	94	1190	3300	382	0,42	342	0,86	0,36	102	1,7	1600	1,37	5
38															3
39															4
40	Д41	24	124	1100	3000	559	0,8	310	0,43	0,41	70	2,5	1480	1,81	5
41															3
42															4
43	Д-808	32	165	1000	2600	823	1,0	246	0,31	0,16	65	2,7	1400	2,52	4
44															5
45															3

*) активные сопротивления приведены к температуре +20 °С

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

Вариант	Тип	P_n кВт	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	$J_{дв}$ кгм ²	Статор						Ротор						п пуск стр.
							$I_{лн}$ А	$\cos \varphi_1$	$I_{лх}$ А	$\cos \varphi_{лх}$	σ_1	$r_1^*)$ Ом	x_l Ом	$E_{2н}$ В	$I_{2н}$ А	$r_2^*)$ Ом	x_2 Ом	k_2^2 тр	
61	4МТФ(Н)-200L8	15	710	1900	569	0,66	42	0,71	29,8	0,083	1,074	0,235	0,51	206	48,8	0,082	0,725	2,96	4
62																			3
63																			5
64	4МТН-200LB8	22	715	1900	800	0,74	57	0,7	37,3	0,08	1,076	0,14	0,31	241	59	0,068	0,47	2,03	3
65																			4
66																			5
67	4МТН-280S10	45	576	1500	1940	4,3	103	0,76	57,8	0,08	1,06	0,06	0,21	181	146	0,017	0,24	3,72	4
68																			5
69																			3
70	4МТН-280M10	60	580	1500	2670	5,2	124	0,76	70,6	0,06	1,06	0,047	0,15	239	135	0,021	0,19	2,1	3
71																			4
72																			5
73	4МТН-280L10	75	582	1500	3480	6,3	166	0,77	89,5	0,06	1,06	0,031	0,11	308	142	0,024	0,146	1,26	5
74																			4
75																			3

Асинхронные двигатели с фазным ротором серии 4МТФ(Н) 380 В, 50 Гц, ПВ = 40 %																			
Вариант	Тип	P_n кВт	n_n об/мин	n_{max} об/мин	M_{max} Нм	J_{dv} кгм ²	Статор						Ротор						п пуск ст.
							I_{1n} А	$\cos \varphi_1$	пуск	$\cos \varphi_{1cr}$	σ_1	$r_1^*)$ Ом	x_1 Ом	E_{2n} В	I_{2n} А	$r_2^*)$ Ом	$x_2^*)$ Ом	k_{tr}^2	
76	4МТН-355S10	110	584	1500	4560	10,2	266	0,7	155	0,042	1,06	0,01	0,078	272	250	0,012	0,134	1,74	3
77																			4
78																			5
79	4МТН-355M10	132	585	1500	5690	12,8	315	0,68	183	0,044	1,06	0,014	0,064	327	250	0,014	0,11	1,21	5
80																			3
81																			4
82	4МТФ(Н)-160LB6	15	930	2500	460	0,23	39	0,77	25,6	0,1	1,051	0,236	0,42	213	48	0,073	0,67	2,89	5
83																			3
84																			4
85	4МТФ(Н)-200LB6	22	935	2500	638	0,57	55	0,79	39,7	0,08	1,052	0,235	0,27	235	60	0,054	0,55	2,37	4
86																			3
87																			5
88	4МТФ(Н)-200LB6	30	935	2500	932	0,68	75	0,78	37,3	0,077	1,049	0,132	0,33	235	73	0,04	0,34	1,96	4
89																			5
90																			3
91	4МТФ(Н)-160LB8	11	705	1900	400	0,29	38	0,74	29,9	0,101	1,1	0,265	0,67	185	39	0,096	1,02	3,5	4
92																			5
93																			3

*) активные сопротивления приведены к температуре +20 °С

Номер вариан- та	D_6 м	m_z кг	i_p	$J_7 = J_6$ кгм ²	H м	Номер вариан- та	D_6 м	m_z кг	i_p	$J_7 = J_6$ кгм ²	H м
1	0,15	200	9,3	1,68	10	24	0,4	2000	7,6	145	14
2	0,15	400	18,2	16,5	12	25	0,4	10000	25	400	15
3	0,2	800	50	50	14	26	0,4	8000	25	400	16
4	0,2	400	11,5	12,4	15	27	0,4	5000	12,8	440	18
5	0,2	1000	34,2	70	16	28	0,2	1000	39	90	20
6	0,2	800	34,2	70	18	29	0,2	800	39	90	10
7	0,2	1200	27,5	60	20	30	0,2	800	25,6	80	12
8	0,2	800	27,5	60	10	31	0,2	2000	48	115	14
9	0,2	960	27,5	60	12	32	0,2	1000	24	150	15
10	0,2	1600	21,9	72	14	33	0,2	800	30	135	16
11	0,2	1000	21,9	72	16	34	0,3	2000	43	145	18
12	0,2	900	23,5	77	18	35	0,3	1500	37	137	20
13	0,2	2000	28,8	85	20	36	0,3	1000	26,6	150	10
14	0,2	1000	12,1	60	22	37	0,3	4000	51	260	12
15	0,3	500	12,1	60	24	38	0,3	3000	51	260	14
16	0,3	3000	28	156	10	39	0,3	2000	25,2	260	15
17	0,3	2000	28	156	12	40	0,3	6000	52	200	16
18	0,3	1000	8,65	67	14	41	0,3	4000	52	200	18
19	0,3	4000	23	200	16	42	0,3	3000	28	235	20
20	0,3	2000	13,5	180	18	43	0,4	6000	46	275	10
21	0,3	3000	26,1	200	20	44	0,4	4000	46	275	12
22	0,4	5000	19	260	10	45	0,4	3000	27,8	300	14
23	0,4	4000	19	260	12						
46	0,15	200	7,8	16,8	14	70	0,4	10000	29	400	18
47	0,15	400	12,6	16,5	12	71	0,4	8000	23,2	400	20
48	0,2	800	31,4	50	10	72	0,4	5000	12,9	440	24

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