



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРОПРИВОД ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И  
ПОДСТАНЦИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	4

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Электроснабжения промышленных предприятий  
10.02.2021, протокол № 4

Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук  И.Р. Абдулвелеев

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО "ММК", канд. техн. наук  Н.А. Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины (модуля) «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» является овладение знаниями в области электропривода технологических механизмов собственных нужд электрических станций и подстанций и его функционирования в нормальных и аварийных режимах.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Электропривод оборудования электрических станций и подстанций входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теоретические основы электротехники

Электрические машины

Общая энергетика

Электрические станции и подстанции

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Управление качеством электрической энергии

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,6 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,6 акад. часов
- самостоятельная работа – 86,7 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции	
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.					
1. 1. Теория электропривода									
1.1 Механика электропривода. Уравнение движения. Режимы работы. Механические характеристики различных двигателей, работающих на ТЭС.	4	1			13	Подготовка к выполнению КР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока».	Защита лабораторной работы №1 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения»	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	
1.2 Регулирование скорости двигателей постоянного тока. Тиристорный электропривод. Регулирование скорости двигателей переменного тока. Преобразователи частоты и тиристорные регуляторы напряжения.			2			15	Подготовка к выполнению КР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока».	Защита лабораторной работы №2 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения»	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.3 Переходные режимы в электроприводах. Пуск, торможение и реверсирование. Ударное приложение нагрузки. Системы управления электроприводами.					2/2И	20	Подготовка к выполнению КР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока».	Защита лабораторной работы №2 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока по-следовательного возбуждения»	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		1	2	2/2И	48				
2. 2. Электроприводы механизмов электростанций и подстанций									

2.1 Состав, структура и основные механизмы тепловых электростанций (ТЭС) и подстанций (ПС).	4	1	2		18,7	Подготовка к выполнению КР-2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором».	Защита лабораторной работы №3 "Исследование электропривода с асинхронным двигателем"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.2 Электроприводы насосов и тягодутьевых механизмов. Электроприводы мельниц и дробилок. Электроприводы конвейеров, транспортеров и подъемно-транспортных механизмов.				2	20	Подготовка к выполнению КР-2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором».	Защита лабораторной работы №3 "Исследование электропривода с асинхронным двигателем"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		1	2	2	38,7			
Итого за семестр		2	4	4/2И	86,7		экзамен	
Итого по дисциплине		2	4	4/2И	86,7		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используется работа в команде.

Самостоятельная работа обеспечивает процесс подготовки к контрольным работам, практическим занятиям, защите лабораторных работ, промежуточной и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Электропривод оборудования электрических станций и подстанций. (Часть 1) : учебное пособие [для вузов] / И. Р. Абдулвелеев, О. И. Петухова, Г. П. Корнилов [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-9967-1825-2. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4175.pdf&show=dcatalogues/1/1535319/4175.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Косматов, В. И. Электрический привод : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012]. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1360.pdf&show=dcatalogues/1/1123813/1360.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Косматов, В. И. Механика электропривода : учебное пособие [для вузов] / В. И. Косматов, А. С. Сарваров ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3821.pdf&show=dcatalogues/1/1530257/3821.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1562-6. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM..

2. Косматов, В. И. Сборник контрольных вопросов, задач и индивидуальных заданий по дисциплине "Электрический привод" : учебное пособие / В. И. Косматов ;

МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2802.pdf&show=dcatalogues/1/1132995/2802.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Электропривод. Вопросы электроснабжения : учебное пособие / А. С. Карандаев, Р. Р. Храмшин, В. Р. Храмшин и др. ; МГТУ, каф. ЭиЭС. - Магнитогорск, 2010. - 153 с. : ил. URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=332.pdf&show=dcatalogues/1/1071894/332.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

4. Васильев, Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода: Учебник / Васильев Б.Ю. - Москва : СОЛОН-Пр., 2015. - 268 с. ISBN 978-5-91359-155-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/872097> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

5. Кузнецов А. Ю. Электропривод и электрооборудование [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / А. Ю. Кузнецов, П. В. Зонов; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. – 85 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515988> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

7. Иванов, Г.Я. Электропривод и электрооборудование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Я. Иванов, А.Ю. Кузнецов, В.В. Дмитриев; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2011. – 56 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515950> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

9. Онищенко, Г. Б. Теория электропривода : учебник / Г. Б. Онищенко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 294 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009674-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044495> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Косматов, В. И. Сборник контрольных вопросов, задач и индивидуальных заданий по дисциплине "Электрический привод" : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2802.pdf&show=dcatalogues/1/1132995/2802.pdf&view=true> (дата обращения: 29.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07893-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453064> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.



**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>



## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Оснащение аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Тип и название аудитории: Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: электротехники  
(ауд. 361)

Оснащение аудитории: Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

Панели лабораторных стендов – 10 шт., включающие в себя:

- асинхронные двигатели с фазным ротором;
- машины постоянного тока независимого возбуждения.

Тип и название аудитории: Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Оснащение аудитории: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Оснащение аудитории: Доска, мультимедийный проектор, экран

Тип и название аудитории: Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Оснащение аудитории: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и упражнений.

#### Примерные контрольные работы (КР):

#### КР №1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока».

##### Вариант 1

Грузовая лебедка приводится в движение двигателем постоянного тока независимого возбуждения с номинальными данными указанными в табл. 1.

1. Определить величины пусковых сопротивлений и полное сопротивление пускового реостата при колебаниях пускового момента от  $M_1=2,1M_n$  до  $M_2=1,3M_n$ . Определить также скорость вращения при установившемся движении после пуска.
2. Определить максимальный диапазон регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря, если при номинальном статическом моменте и токе возбуждения ток нагрузки может колебаться кратковременно до двойного значения.
3. Определить шунтирующее и дополнительные сопротивления в цепи якоря двигателя и построить характеристику, проходящую через  $n_{01} = 0,5 \cdot n_0$ .
4. Какая мощность расходуется во внешнем последовательном сопротивлении в режиме противовключения рассматриваемого двигателя?

Таблица 1. Технические данные двигателей

№ варианта	Тип	$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$I_n$ , А	$n_n$ , об/мин	$n_{max}$ , об/мин	КПД, %	$R_{я}$ , Ом	$R_{обн.}$ , Ом	$R_{ср.}$ , Ом
1	П51	3,2	220	18,3	1000	2000	75,5	0,775	0,276	168
2	П51	6,0	220	33,2	1500	2000	82,0	0,34	0,132	132
3	П52	4,5	220	25,2	1000	2000	81,0	0,432	0,2	184
4	П52	8,0	220	43,5	1500	2000	84,0	0,185	0,084	156
5	П61	11,0	220	59,5	1500	2000	84,0	0,135	0,852	133
6	П62	14,0	220	73,5	1500	2000	86,5	0,087	0,04	116
7	П71	10,0	220	63	1000	2000	79,5	0,224	0,075	85
8	П72	12,5	220	78	1000	2000	81,0	0,172	0,066	105
9	П81	14,0	220	105	750	1500	82,0	0,180	0,063	515
10	П82	24,0	220	133	1000	2000	85,5	0,081	0,032	79,2
11	П91	25,0	220	136	750	1500	83,5	0,075	0,028	44
12	П92	32,0	220	169	750	1500	86,0	0,04	0,017	31,8
13	П101	42,0	220	22	750	1500	86,0	0,036	0,013	37,8
14	П102	55,0	220	286	750	1500	87,5	0,023	0,0086	32,5
15	П111	75,0	220	387	750	1500	88,0	0,017	0,007	28,0
16	П111	100,0	220	511	1000	2000	89,0	0,011	0,0047	28,0
17	П112	85,0	220	436	750	1500	88,5	0,014	0,0054	24,0
18	П112	128,0	220	632	1000	2000	90,0	0,007	0,003	24,0
19	Д12	3,6	220	22,5	1140	1200	90,0	1,13	0,5	26,0
20	Д22	4,6	220	26	1150	1200	90,0	0,37	0,196	141
21	Д31	6,8	220	37	880	1200	90,0	0,325	0,093	120
22	Д32	9,5	220	51	800	1200	90,0	0,2	0,08	94
23	Д41	13,0	220	69,5	720	1500	90,0	0,11	0,051	70
24	Д806	16,0	220	84,0	710	1500	90,0	0,068	0,041	65
25	Д808	22,0	440	53,0	630	1500	90,0	0,114	0,074	44,4
26	Д810	29,0	440	74,0	600	1500	90,0	0,094	0,045	46,2
27	Д812	36,0	440	92,0	570	1500	90,0	0,65	0,034	34,4
28	Д814	55,0	440	138,0	560	1500	90,0	0,033	0,019	34
29	Д816	70,0	440	175,0	540	1500	90,0	0,022	0,013	26,4

**КР №2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором.»**

Вариант 1

Механизм приводится во вращение асинхронным двигателем с контактными кольцами типа МТ-21-6.

1. Построить естественную механическую характеристику для двигательного и генераторного режимов асинхронного двигателя.

2. Выбрать пусковой реостат для указанного двигателя, если пуск производится в 4 ступени. Определить скорости, при которых производится переключение ступеней, и установившееся значение скорости после окончания пуска двигателя.

3. Определить сопротивления в цепи ротора, обеспечивающие снижение скорости до значений  $n = 600$  об/мин и  $n = 400$  об/мин при моменте сопротивления  $M_c = 0,9M_n$ . Определить также сопротивление, соответствующее работе двигателя в генераторном режиме со скоростью  $n_3 = 1150$  об/мин.

4. Чем объяснить наличие максимума момента при динамическом торможении, а также вид механической характеристики. Объяснить, почему с уменьшением дополнительного сопротивления в роторной цепи максимум момента смещается в сторону меньших скольжений.

Таблица 2. Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором

№ вар	Тип двигателя	$P_n$ , кВт		$n_n$ , об/мин	$I_n$ , А	$E_{2n}$ , В	$I_{2n}$ , А	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$X_1$ , Ом	$X_2$ , Ом	$K_e$	$\lambda = M_c/M_n$
1	МТ-11-6	2,2	380	885	7,2	135	12,8	3,67	0,61	2,47	0,50	1,76	2,3
2	МТ-12-6	3,5	380	910	10,3	204	12,2	2,09	0,77	1,565	0,73	2,2	2,5
3	МТ-21-6	5	380	940	14,9	164	20,6	1,11	0,24	1,07	0,4	1,59	2,9
4	МТ-22-6	7,5	380	945	20,9	227	21,6	0,685	0,29	0,735	0,54	1,84	2,8
5	МТ-31-6	11	380	953	28,4	200	35,4	0,415	0,132	0,465	0,27	1,94	3,1
6	МТ-31-8	7,5	380	702	21,2	185	28	0,788	0,211	0,898	0,33	2,33	2,6
7	МТ-41-8	11	380	715	30,8	155	46,7	0,43	0,083	0,515	0,17	1,63	2,9
8	МТ-42-8	16	380	718	42,5	222	46,3	0,271	0,105	0,354	0,23	1,84	3
9	МТ-51-8	22	380	723	56,5	197	70,5	0,179	0,049	0,297	0,13	1,41	3
10	МТ-52-8	30	380	725	71,6	257	74,3	0,136	0,059	0,225	0,17	1,73	3
11	МТ-62-10	45	380	577	1101	206	138	0,065	0,028	0,186	0,05	1,42	3,2
12	МТ-63-10	60	380	577	133	253	160	0,054	0,033	0,16	0,07	1,21	2,9
13	МТ-71-10	80	380	582	190	294	167	0,027	0,026	0,113	0,06	3,14	3,3
14	МТ-011-6	1,4	380	885	5,3	112	9,3	5,98	0,695	3,93	0,57	2,5	2,3
15	МТ-012-6	2,2	380	895	7,5	144	11	3,6	0,67	2,58	0,58	1,96	2,3
16	МТ-111-6	3,5	380	915	10,5	181	13,7	2,16	0,525	2,03	0,75	1,72	2,3
17	МТ-112-6	5,0	380	925	14,8	206	16,6	1,32	0,5	1,39	0,43	1,38	2,5
18	МТ-211-6	7,5	38,0	935	20,8	255	19,8	0,68	0,44	1,07	0,88	2,1	2,5
19	МТВ-311-6	11	380	945	28,6	172	42,5	0,54	0,11	0,575	0,22	1,75	2,8
20	МТВ-312-6	16	380	955	37,6	208	49,5	0,33	0,099	0,41	0,25	1,73	2,8
21	МТВ-411-6	22	380	965	55,0	225	61	0,19	0,31	0,066	0,23	1,4	2,8
22	МТВ-412-6	30	380	970	70,5	259	72	0,125	0,05	0,33	0,22	1,12	2,8
23	МТВ-512-8	40	380	730	101	322	76,5	0,08	0,072	0,17	0,24	1,93	2,8
24	МТВ-611-10	45	380	575	115	185	155	0,09	0,027	0,189	0,04	2,56	3
25	МТВ-112-6	5,0	380	930	14,4	216	15,7	1,28	0,5	1,74	0,9		2,5

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-5 – Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности</b>		
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций	<p><i>Перечень вопросов для промежуточной аттестации :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение электрического привода и приведите общую структуру электропривода.</li> <li>2. Объясните назначение основных элементов и частей электропривода.</li> <li>3. Как классифицируются электрические приводы?</li> <li>4. Какие элементы относятся к механической части электропривода?</li> <li>5. Объясните особенности приведения поступательного движения механизма к вращательному движению двигателя.</li> <li>6. Запишите и объясните уравнение движения электропривода для одномассовой системы.</li> <li>7. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного.</li> <li>8. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры.</li> <li>9. Что такое жесткость механической характеристики?</li> <li>10. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода?</li> <li>11. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?</li> <li>12. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.</li> <li>13. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.</li> <li>14. Какая характеристика называется естественной механической?</li> <li>15. Начертите семейство механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения               <ul style="list-style-type: none"> <li>– при неизменном потоке и для различных напряжений;</li> <li>– при неизменном напряжении и различных потоках;</li> </ul> </li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>– при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря.</p> <p>16. Что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения, режим динамического торможения? Начертите механические характеристики этих режимов для различных сопротивлений цепи якоря.</p> <p>17. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?</p> <p>18. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?</p> <p>19. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.</p> <p>20. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p><b>Примерные задания на контрольную работу:</b></p> <p>1. Определить статический момент на валу двигателя подъемного крана, скорость двигателя и мощность, необходимую для подъема груза. Масса поднимаемого груза <math>m_{гр}=4500</math> кг, а масса крюка и блока <math>m_{кр}=280</math> кг. Передаточное число редуктора <math>i=6</math>, КПД редуктора <math>\eta=0,94</math>. Диаметр барабана <math>D=0,8</math> м, угловая скорость барабана <math>\omega_{б}=0,75</math> с<sup>-1</sup>.</p> <p>Для асинхронного двигателя с фазным ротором, имеющим следующие номинальные данные: <math>P_H=100</math> кВт, <math>n_n=585</math> об/мин, <math>p=5</math>, <math>\lambda=M_{max}/M_n=3,2</math>, рассчитать и построить механическую характеристику в двигательном режиме. Потерями вращения пренебречь.</p>
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации :</b></p> <p>1. Крановый двигатель постоянного тока параллельного возбуждения опускает груз в режиме противовключения. Что произойдет с его скоростью вращения, если в цепь якоря будет введено дополнительное сопротивление?</p> <p>2. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>3. Допустим ли режим противовключения двигателя при отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?</p> <p>4. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения?</p> <p>5. Каковы преимущества и недостатки различных способов электрического торможения двигателей?</p> <p>6. Перечислите недостатки регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря.</p> <p>7. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?</p> <p>8. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>параллельного возбуждения?</p> <p>9. Почему при регулировании скорости изменением магнитного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?</p> <p>10. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах сопротивления?</p> <p>11. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?</p> <p>12. Какие моменты действуют на электропривод в установившемся и переходном режимах?</p> <p>13. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?</p> <p>14. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?</p> <p>15. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?</p> <p>16. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?</p> <p>17. Как зависит максимальный (критический) момент асинхронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ротора?</p> <p>18. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?</p> <p>19. Как определить активное сопротивление ротора асинхронного двигателя по каталожным данным?</p> <p>20. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двигательном режиме?</p> <p><b>Примерные задания на контрольную работу:</b></p> <p>1. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, имеющий следующие номинальные данные: <math>P_H=50</math> кВт, <math>U_H=110</math> В, <math>I_H=470</math> А, <math>n_H=1000</math> об/мин, <math>R_H=0,0112</math> Ом, приводит в движение лебедку подъемного крана. Определить режим работы двигателя при спуске груза, а также величины тока в якоре и момента на валу при скорости вращения двигателя 1200 об/мин. Расчет произвести без учета потерь вращения. Построить механическую характеристику.</p> <p>2. Для двигателя независимого возбуждения типа П2-400-8У4 требуется рассчитать и построить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– естественную механическую характеристику;</li> <li>– характеристику при напряжении сети <math>U_{ном} = 0,5U_H</math>;</li> <li>– характеристику при ослабленном магнитном потоке <math>\Phi_{осл} = 0,5\Phi_H</math>;</li> <li>– реостатную характеристику, которая обеспечивает скорость <math>\omega = 0,5\omega_H</math> при моменте</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<b>сопротивления на валу двигателя <math>M_c = M_n</math>.</b>
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи?</li> <li>2. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения?</li> <li>3. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в несколько раз превышает номинальный ток?</li> <li>4. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора?</li> <li>5. При каком напряжении сети практически может применяться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник?</li> <li>6. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть?</li> <li>7. С какой целью при динамическом торможении асинхронного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток?</li> <li>8. Приведите примеры приводов, в которых возможен переход асинхронного двигателя в генераторный режим.</li> <li>9. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.</li> <li>10. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?</li> <li>11. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.</li> <li>12. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых выпрямителей в цепи ротора.</li> <li>13. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегрузочной способности двигателя?</li> <li>14. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?</li> <li>15. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?</li> <li>16. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?</li> <li>17. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуются механические и электромагнитные переходные процессы?</li> <li>18. Объясните физическую сущность электромеханической <math>T_\mu</math> и электромагнитной <math>T_\gamma</math> постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времена <math>T_\mu</math> и <math>T_\gamma</math>?</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																					
		<p>19. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?</p> <p>20. Представьте и объясните основные уравнения для скорости и тока двигателя при переходных процессах.</p> <p><b>Примерные задания на контрольную работу:</b></p> <p>1. Для двигателя последовательного возбуждения типа Д8, паспортные данные которого приведены в таблице требуется рассчитать и построить естественную и реостатные механические характеристики. Реостатные характеристики рассчитать для случаев введения в якорную цепь дополнительных сопротивлений 2, 4 и 6 Ом.</p> <p>Таблица Паспортные данные двигателя Д8</p> <table border="1" data-bbox="734 719 2018 1034"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Наименование</th> <th>Ед. изм.</th> <th>Величина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Номинальная мощность <math>P_n</math></td> <td><i>кВт</i></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Номинальное напряжение <math>U_n</math></td> <td><i>В</i></td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Номинальный ток якоря <math>I_n</math></td> <td><i>А</i></td> <td>17,5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Номинальная скорость вращения <math>n_n</math></td> <td><i>об / мин</i></td> <td>1130</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Сопротивление якорной цепи при <math>20^0 C</math> <math>R_{об} = R_я + R_{он} + R_с</math></td> <td><i>Ом</i></td> <td>1,72</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Для асинхронного двигателя с известной механической характеристикой выбрать пусковой реостат, обеспечивающий пуск двигателя в 3 ступени. Статический момент на валу двигателя равен номинальному моменту <math>M_c=M_n=1633</math> Н*м, <math>M_{кр}=5226</math> Н*м, <math>R_2=0,0294</math> Ом. Механическую характеристику построить согласно таблице:</p> <table border="1" data-bbox="734 1262 1980 1343"> <tbody> <tr> <td>М, Н*м</td> <td>0</td> <td>1633</td> <td>4749</td> <td>5226</td> <td>5069</td> <td>3538</td> <td>2972</td> <td>2546</td> <td>1592</td> </tr> <tr> <td>n, об/мин</td> <td>600</td> <td>585</td> <td>540</td> <td>506</td> <td>480</td> <td>360</td> <td>300</td> <td>240</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>										№	Наименование	Ед. изм.	Величина	1	Номинальная мощность $P_n$	<i>кВт</i>	3	2	Номинальное напряжение $U_n$	<i>В</i>	220	3	Номинальный ток якоря $I_n$	<i>А</i>	17,5	4	Номинальная скорость вращения $n_n$	<i>об / мин</i>	1130	5	Сопротивление якорной цепи при $20^0 C$ $R_{об} = R_я + R_{он} + R_с$	<i>Ом</i>	1,72	М, Н*м	0	1633	4749	5226	5069	3538	2972	2546	1592	n, об/мин	600	585	540	506	480	360	300	240	0
№	Наименование	Ед. изм.	Величина																																																				
1	Номинальная мощность $P_n$	<i>кВт</i>	3																																																				
2	Номинальное напряжение $U_n$	<i>В</i>	220																																																				
3	Номинальный ток якоря $I_n$	<i>А</i>	17,5																																																				
4	Номинальная скорость вращения $n_n$	<i>об / мин</i>	1130																																																				
5	Сопротивление якорной цепи при $20^0 C$ $R_{об} = R_я + R_{он} + R_с$	<i>Ом</i>	1,72																																																				
М, Н*м	0	1633	4749	5226	5069	3538	2972	2546	1592																																														
n, об/мин	600	585	540	506	480	360	300	240	0																																														

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.