

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
СТИ НИТУ «МИСиС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСиС»
от «22» июня 2020 г.
протокол № 23

Рабочая программа дисциплины

Теория электропривода

Закреплена за кафедрой	<u>Кафедра Автоматизированных и информационных систем управления</u>
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль	Электропривод и автоматика
Квалификация	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ

Часов по учебному плану	<u>216</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>68</u>
самостоятельная работа	<u>103</u>
часов на контроль	<u>45</u>

Формы контроля в семестрах:

экзамен 5

курсовая работа 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	103	103	103	103
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого:	216	216	216	216

Год набора 2017.
В редакции 2020 г.

Программу составил:
доцент каф. АИСУ, кандидат технических наук,
доцент Молодых Александр Викторович


подпись

Рабочая программа дисциплины

Теория электропривода

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2017 года набора:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСиС»
22.06.2020 г., протокол № 23.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных и информационных систем управления

Протокол от «08» июня 2020 г. № 05

И. о. зав. кафедрой АИСУ


подпись

А. И. Глущенко

«08» июня 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
И. о. зав. кафедрой АИСУ,
кандидат технических наук, доцент


подпись

А. И. Глущенко

«08» июня 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель дисциплины – получение студентами основных знаний в области теории электропривода, основных функциональных свойств силовых и управляющих элементов электропривода.	
Задачи дисциплины:	
изучение основных свойств электромеханических преобразователей энергии;	
анализ свойств электромеханических систем как объектов управления;	
изучение методов регулирования координат электропривода;	
изучение энергетических процессов в электроприводе.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Электротехника
2.1.4	Электрические машины
2.1.5	Непрерывные системы / Теория управления
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
2.2.1	Проектирование систем автоматизированного привода на двигателях постоянного тока / Проектирование систем автоматизированного привода
2.2.2	Проектирование систем автоматизированного привода на двигателях переменного тока / Проектирование систем автоматизированного привода
2.2.3	Автоматизированный привод
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-2: Способен:	
- анализировать продукцию, процессы и системы;	
- ставить задачи в области, соответствующей профилю подготовки;	
- применять системный подход к решению поставленных задач с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов	
Знать:	УК-2-31 Знать виды электромеханических систем и их элементы УК-2-32 Знать основные законы электромеханического преобразования энергии УК-2-33 Знать основные методы регулирования координат электропривода
Уметь:	УК-2-У1 Уметь анализировать свойства электромеханических преобразователей энергии
Владеть:	УК-2-В1 Владеть навыками построения и анализа характеристик элементов систем электропривода
УК-4: Способен:	
- осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации;	
- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации;	
- осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области	
Знать:	УК-4-31 Знать математические модели электромеханических преобразователей энергии
Уметь:	УК-4-У1 Уметь определять параметры математических моделей электромеханических преобразователей энергии
Владеть:	УК-4-В1 Владеть навыком моделирования электромеханических преобразователей энергии и анализа получаемых результатов
ПК-1: Способен:	
- рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;	
- применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;	
- оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования;	
- составлять и оформлять типовую техническую документацию;	
- определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;	
- обеспечивать требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности и заданные параметры технологического процесса;	
- участвовать в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике;	

- составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт	
Знать:	ПК-1-31 Знать особенности режимов работы электромеханических преобразователей энергии
Уметь:	ПК-1-У1 Уметь рассчитывать режимы работы электромеханических систем
Владеть:	ПК-1-В1 Владеть навыками расчёта параметров электромеханических систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем / вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Введение.					
1.1	Структура и классификация электропривода /Лек/	5	2	УК-2-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э 1	
1.2	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	5	2	УК-2-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э 1	
	Раздел 2. Механика электропривода					
2.1	Передаточные механизмы электропривода. Механические характеристики двигателей и нагрузок. Расчётные схемы механической части электропривода. Приведение параметров механической части электропривода. Уравнение движения электропривода. Статическая устойчивость электропривода. Механическая часть электропривода как объект управления. Переходные процессы в механической части электропривода /Лек/	5	4	УК-2-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э 1	
2.2	Определение момента инерции электропривода методом свободного выбега /Лаб/	5	3	УК-2-31 УК-2-В1 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
2.3	Расчёт параметров механической части электропривода. Расчёт переходных процессов в механической части электропривода /Пр/	5	4	УК-2-31 УК-2-В1 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
2.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное	5	25	УК-2-31 УК-2-В1 УК-4-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	

	изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. /Ср/			ПК-1-31 ПК-1-В1	Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Л 3.2 Э 1	
	Раздел 3. Электромеханические свойства и характеристики двигателей					
3.1	Структурные схемы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные и искусственные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Динамические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Область допустимых режимов работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при питании от источника тока. Характеристики двигателей постоянного тока с последовательным и смешанным возбуждением в двигательном и тормозных режимах. Схемы замещения асинхронного двигателя. Естественные и искусственные характеристики асинхронного двигателя. Линеаризованная структурная схема асинхронного двигателя. Характеристики асинхронного двигателя при питании от источника тока. Тормозные режимы асинхронного двигателя. Характеристики синхронного двигателя. Линеаризованная	5	14	УК-2-32 УК-4-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э 1	

	структурная схема синхронного двигателя. /Лек/					
3.2	Исследование электрохимических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения /Лаб/	5	4	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.3	Тормозные режимы двигателя постоянного тока независимого возбуждения /Лаб/	5	3	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.4	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором /Лаб/	5	4	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.5	Тормозные режимы асинхронного двигателя /Лаб/	5	3	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.6	Расчёт и построение электрохимических и механических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при различных режимах работы /Пр/	5	3	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
3.7	Расчёт и построение электрохимических и механических характеристик асинхронного двигателя. /Пр/	5	3	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
3.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	5	25	УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	

	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. /Ср/			ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2 Э 1	
	Раздел 4. Энергетика электропривода					
4.1	Потери энергии в установившихся и переходных режимах работы электропривода. Классы изоляционных материалов по нагревостойкости. Нагрев и охлаждение двигателей. Номинальные режимы работы электропривода. Выбор мощности двигателей при постоянной нагрузке. Выбор и проверка двигателей на нагрев при переменной нагрузке. /Лек/	5	6	УК-4-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
4.2	Выбор двигателей для электропривода типовых промышленных механизмов /Пр/	5	2	УК-4-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
4.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическому занятию. Выполнение курсовой работы. /Ср/	5	23	УК-4-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
	Раздел 5. Регулирование координат электропривода	5				
5.1	Показатели качества регулирования угловой скорости электропривода. Способы регулирования скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Способы регулирования скорости асинхронного двигателя. /Лек/	5	8	УК-2-31 УК-2-33 УК-4-31 ПК-1-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
5.2	Выбор элементов системы «Тиристорный преобразователь–двигатель постоянного тока» /Пр/	5	2	УК-2-31 УК-2-33 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
5.3	Расчёт характеристик системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» /Пр/	5	3	УК-2-31 УК-2-33 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
5.4	Проработка лекционного	5	28	УК-2-31	Л 1.1	

	материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы и подготовка к её защите. /Ср/			УК-2-33 УК-4-31 УК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	
	Часы на контроль /Контроль/	5	45	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

5.1.1. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Электропривод; структура и классификация электроприводов. (УК-2-31)
2. Передаточные механизмы. (УК-2-31)
3. Механические характеристики двигателей и нагрузок. (УК-2-31)
4. Расчётные схемы механической части электропривода. Приведение параметров механической части электропривода. (УК-2-31)
5. Уравнение движения электропривода. (УК-2-31)
6. Статическая устойчивость электропривода. (УК-2-31)
7. Абсолютно жёсткая механическая часть электропривода как объект управления. (УК-2-31)
8. Переходные процессы в абсолютно жёсткой механической части электропривода. (УК-2-31)
9. Естественные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
10. Искусственные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
11. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
12. Структурные схемы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
13. Динамические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
14. Допустимые режимы работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
15. Характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
16. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
17. Характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением. (УК-2-32; УК-4-31)
18. Характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при питании от источника тока. (УК-2-32; УК-4-31)
19. Схемы замещения асинхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
20. Естественные характеристики асинхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
21. Искусственные характеристики асинхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
22. Линеаризованная структурная схема асинхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
23. Характеристики асинхронного двигателя при питании от источника тока. (УК-2-32; УК-4-31)
24. Тормозные режимы асинхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
25. Характеристики синхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
26. Линеаризованная структурная схема синхронного двигателя. (УК-2-32; УК-4-31)
27. Потери энергии в электроприводе. (УК-4-31)
28. Потери энергии в переходных процессах электропривода. (УК-4-31)
29. Классы изоляционных материалов по нагревостойкости. (УК-4-31)
30. Нагрев и охлаждение двигателей. (УК-4-31)
31. Номинальные режимы работы электропривода. (УК-4-31)
32. Выбор мощности двигателей при постоянной нагрузке. (УК-4-31)
33. Выбор и проверка двигателей на нагрев при переменной нагрузке. (УК-4-31)
34. Показатели качества регулирования угловой скорости электропривода. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
35. Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением магнитного потока. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
36. Реостатное регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
37. Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением напряжения на якоре. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)

38. Система генератор – двигатель. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 39. Система управляемый выпрямитель – двигатель. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 40. Система широтно-импульсный преобразователь – двигатель. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 41. Реостатное регулирование скорости асинхронного двигателя. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 42. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением напряжения на статоре. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 43. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)
 44. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. (УК-2-31; УК-2-33; УК-4-31)

5.1.2 Примерный перечень задач экзаменационных билетов

Задача 1. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Электропривод перемещает поступательно массу $m = 100$ кг со скоростью 0,5 м/с. Скорость вращения вала двигателя 100 с^{-1} . Найти момент инерции нагрузки, приведённый к валу двигателя.

Задача 2. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Момент инерции механизма $J_m = 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, передаточное число редуктора $i = 20$. Определить момент инерции механизма, приведённый к валу двигателя.

Задача 3. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Определить время разгона электропривода от нулевой скорости до 100 с^{-1} , если момент двигателя $M = 30 \text{ Н} \cdot \text{м}$, статический момент сопротивления $M_c = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$, момент инерции электропривода $J = 0,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Задача 4. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Определить время торможения до полного останова электропривода с моментом инерции $J = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, тормозном моменте двигателя $M = 160 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и реактивном статическом моменте $M_c = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Начальная скорость торможения $\omega_{нач} = 100 \text{ с}^{-1}$.

Задача 5. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Определить статический момент в двигательном режиме электропривода, если момент нагрузки механизма $M_p = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$, передаточное число редуктора $i = 20$, КПД передачи $\eta = 50 \%$.

Задача 6. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Определить статический момент в тормозном режиме электропривода, если момент нагрузки механизма $M_p = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$, передаточное число редуктора $i = 10$, КПД передачи $\eta = 80 \%$.

Задача 7. (УК-2-31; УК-2-В1; УК-4-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)

Определить приведённый к валу двигателя момент инерции электропривода, если момент инерции ротора двигателя $J_o = 5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, момент инерции маховика на валу двигателя $J_m = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, момент инерции рабочего механизма $J_m = 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, передаточное число редуктора $i = 20$.

Задача 8 (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)

Определить скорость идеального холостого хода двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220 \text{ В}$; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 5 \text{ А}$; сопротивление якорной цепи $R_a = 2 \text{ Ом}$; номинальная угловая скорость $\omega_n = 100 \text{ с}^{-1}$.

Задача 9. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)

Построить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220 \text{ В}$; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 10 \text{ А}$; сопротивление якорной цепи $R_a = 2 \text{ Ом}$; номинальная угловая скорость $\omega_n = 200 \text{ с}^{-1}$.

Задача 10. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)

Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить в цепь якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, чтобы получить при номинальном моменте угловую скорость 77 с^{-1} . Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220 \text{ В}$; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 50 \text{ А}$; сопротивление якорной цепи $R_a = 0,4 \text{ Ом}$; номинальная угловая скорость $\omega_n = 150 \text{ с}^{-1}$.

Задача 11. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)

Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить в цепь якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, чтобы при реверсе на холостом ходу начальный тормозной момент был бы равен номинальному. Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220 \text{ В}$; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 50 \text{ А}$; сопротивление якорной цепи $R_a = 0,4 \text{ Ом}$; номинальная угловая скорость $\omega_n = 150 \text{ с}^{-1}$.

Задача 12. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить в цепь якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, чтобы при динамическом торможении от номинальной скорости начальный тормозной момент был бы равен удвоенному номинальному. Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220$ В; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 50$ А; сопротивление якорной цепи $R_a = 0,4$ Ом; номинальная угловая скорость $\omega_n = 150$ с⁻¹.

Задача 13. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Какое напряжение необходимо приложить к якору двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, чтобы при пуске пусковой момент был бы равен удвоенному номинальному. Номинальное напряжение на якоре $U_n = 220$ В; номинальный ток якоря $I_{a,n} = 50$ А; сопротивление якорной цепи $R_a = 0,4$ Ом; номинальная угловая скорость $\omega_n = 150$ с⁻¹.

Задача 14. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Записать уравнение естественной механической характеристики асинхронного двигателя. Номинальная мощность $P_n = 18$ кВт; номинальное напряжение $U_n = 380$ В; номинальная угловая скорость $\omega_n = 150$ с⁻¹; активное сопротивление фазы обмотки статора $R_1 = 0,25$ Ом; приведённое активное сопротивление фазы обмотки ротора $R'_2 = 0,4$ Ом; индуктивные сопротивления: $X_1 = 0,4$ Ом; $X'_2 = 0,47$ Ом; кратность максимального момента $\lambda = 2,5$.

Задача 15. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Определить модуль жёсткости линеаризованной механической характеристики асинхронного двигателя, если $P_{ном} = 10$ кВт; $\omega_{ном} = 100$ с⁻¹; $s_{кр} = 0,3$; кратность критического момента $\lambda = 3$.

Задача 16. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Рассчитать параметры линеаризованной модели асинхронного двигателя, если $U_{ном} = 380$ В; $p_n = 3$; $R_1 = 0,25$ Ом; $R'_2 = 0,5$ Ом; $X_1 = 0,4$ Ом; $X'_2 = 0,436$ Ом; $J = 0,1$ кг·м².

Задача 17. (УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Определить величину и кратность пускового тока асинхронного двигателя. Номинальное напряжение $U_n = 380$ В; активное сопротивление фазы обмотки статора $R_1 = 0,124$ Ом; приведённое активное сопротивление фазы обмотки ротора $R'_2 = 0,15$ Ом; индуктивные сопротивления: $X_1 = 0,3$ Ом; $X'_2 = 0,312$ Ом; номинальный ток $I_n = 80$ А.

Задача 18. (УК-4-31; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Рассчитать мощность привода центробежного насоса. Подача насоса $Q = 0,1$ м³ / с, перекачиваемая жидкость – вода; напор на выходе насоса $H = 50$ м, КПД насоса $\eta_n = 50$ %, КПД передачи $\eta_n = 95$ %.

Задача 19. (УК-4-31; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
 Рассчитать мощность привода вентилятора. Подача вентилятора $Q = 1$ м³ / с, давление на напорной стороне $p = 5$ кПа, КПД вентилятора $\eta_v = 65$ %, КПД передачи $\eta_n = 95$ %.

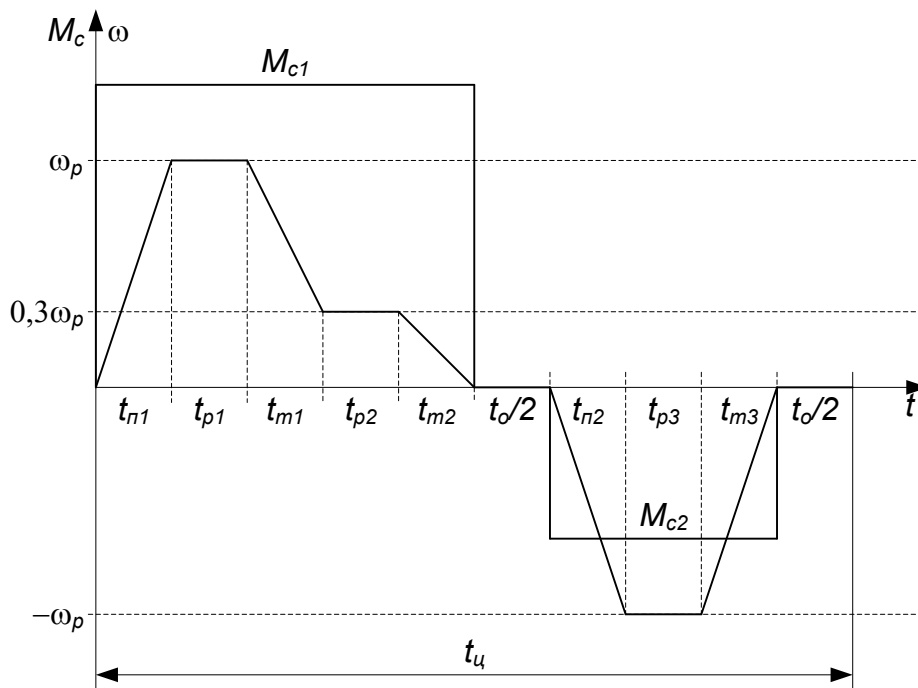
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

По дисциплине предусмотрено: выполнение и защита курсовой работы [Л 3.1]; выполнение и защита 5 лабораторных работ [Л 3.2].

5.2.1. Курсовая работа на тему «Статические и динамические характеристики электропривода» (УК-2-31; УК-2-32; УК-2-33; УК-2-У1; УК-2-В1; УК-4-31; УК-4-У1; УК-4-В1; ПК-1-31; ПК-1-У1; ПК-1-В1)

Задание на курсовую работу

По нагрузочной диаграмме и тахограмме (см. рисунок) выбрать двигатель постоянного тока независимого возбуждения и асинхронный двигатель с фазным ротором.



$$M_{c1} = M_c; M_{c2} = 0,2M_c. t_{p1} = t_{p3} = 2t_{n1}; t_{p2} = 0,5t_{n1}.$$

I. Для двигателя постоянного тока:

1. Рассчитать и построить механические $\omega = f(M)$ и электромеханические $\omega = f(I_a)$ статические характеристики двигателя для следующих режимов: работа на основной скорости (ω_p); работа на пониженной скорости ($0,3\omega_p$) путём изменения напряжения на якоре; реостатный пуск двигателя до основной скорости (количество ступеней пускового реостата рассчитать самостоятельно); торможение противовключением от ω_p до $\omega = 0$;
2. Построить характеристики переходных процессов $\omega = f(t)$; $I_a = f(t)$ при реостатном пуске двигателя, динамическую электромеханическую характеристику $\omega = f(I_a)$ при реостатном пуске;
3. Рассчитать и построить статические электромеханическую и механическую характеристики динамического торможения двигателя от скорости ω_p до останова, определить сопротивление тормозного резистора;
4. Построить характеристики переходных процессов $\omega = f(t)$; $I_a = f(t)$ и динамическую электромеханическую характеристику $\omega = f(I_a)$ при динамическом торможении;
5. Рассчитать и построить статические характеристики $\omega = f(I)$, $\omega = f(M)$ при ослаблении магнитного поля на 25 % относительно номинального значения; построить графики переходных процессов $I_a = f(t)$, $\omega = f(t)$, $M = f(t)$ и и динамические механическую и электромеханическую характеристики;
6. Построить графики переходных процессов $\omega = f(t)$, $I_a = f(t)$ и динамические характеристики $\omega = f(M)$, $\omega = f(I_a)$ с учетом индуктивности якоря при набросе и сбросе нагрузки;
7. Рассчитать и построить механическую характеристику $\omega = f(M)$ разомкнутой системы УП–Д;
8. Построить структурную схему, рассчитать уравнение статической механической характеристики в системе УП–Д с замкнутой обратной связью по скорости, определить коэффициент обратной связи по скорости k_{oc} и задающий сигнал U_{zc} для заданной статической механической характеристики (проходящей через точку с координатами $(M_{ном}; \omega_{ном})$ и имеющую жёсткость в 10 раз больше естественной);
9. Построить графики переходных процессов $\omega = f(t)$, $M = f(t)$ в системе УП–Д при пуске, торможении до пониженной скорости и реверсе двигателя.

II. Для электропривода с асинхронным двигателем:

1. Рассчитать и построить статические естественную и реостатные механическую и электромеханическую характеристики $\omega = f(M)$ и $\omega = f(I_2')$, построить пусковую диаграмму, определить сопротивление ступеней пускового резистора;
2. Рассчитать T_m и T_s для рабочего участка линеаризованной естественной механической характеристики, построить графики переходных процессов и оценить динамический перепад скорости при скачкообразном набросе нагрузки от 0 до M_c ;
3. Рассчитать и построить граничные характеристики $\omega = f(M)$ при частотном регулировании с постоянной мощностью в диапазоне от ω_p до 2ω ;
4. Рассчитать и построить граничные механические характеристики $\omega = f(M)$ при частотном регулировании с постоянным моментом при регулировании скорости в диапазоне от ω_p до $0,3\omega_p$;
5. Построить графики переходных процессов $\omega = f(t)$, $M = f(t)$ и $I_2' = f(t)$ при переходе с скорости $0,3\omega_p$

на основную при $M_c = 0,5M_n$.

Вопросы для защиты курсовой работы (УК-2-31; УК-2-32; УК-2-33; УК-4-31; ПК-1-31):

В чём различие между активным и реактивным статическими моментами нагрузки?

Какие методы проверки двигателей на нагрев вы знаете?

Как изменяется жёсткость механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при изменении напряжения на якоре?

Как изменяется жёсткость механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при изменении магнитного потока?

Как изменяется жёсткость механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при добавлении реостатов в цепь якоря?

Как осуществить динамическое торможение двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?

Как осуществить рекуперативное торможение двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?

Как осуществить торможение противовключением двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?

Для чего реостатный пуск двигателей выполняется в несколько ступеней?

Как влияет индуктивность якорной цепи на вид динамических механических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?

Для чего в электроприводе используют отрицательную обратную связь по скорости?

Как влияет соотношение электромагнитной и электромеханической постоянных времени на вид динамических характеристик электропривода?

Для анализа каких режимов можно использовать линеаризованную модель асинхронного двигателя?

Как будет изменяться критический момент асинхронного двигателя при частотном регулировании скорости по закону $U/f = \text{const}$?

Как необходимо изменять напряжение и частоту на статоре асинхронного двигателя, чтобы при частотном регулировании его критический момент оставался бы постоянным?

Требования к оформлению курсовой работы

Курсовая работа оформляется на листах формата А4 с полями для замечаний

преподавателя. Предпочтительным является машинописное оформление с применением текстовых редакторов типа MS WORD либо аналогичных. Допускается аккуратное рукописное оформление пояснительной записки. Схемы, чертежи, графики также должны быть выполнены либо с использованием компьютерной техники, либо аккуратно выполнены вручную с использованием чертёжных принадлежностей.

Пояснительная записка должна содержать:

- 1) титульный лист установленного образца;
- 2) заполненный бланк задания на курсовую работу;
- 3) введение, в котором должны формулироваться основные цели и принципы выполнения курсовой работы (объём 0,5 – 2 стр.);
- 4) расчётную часть;
- 5) заключение, в котором вкратце должны содержаться основные результаты выполнения работы (0,5 – 1 стр.);
- 6) список литературы;
- 7) лист для замечаний преподавателя установленной формы.

5.2.2. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 (УК-2-31, УК-2-В1, УК-4-У1, ПК-1-31, ПК-1-В1). Определение момента инерции электропривода методом свободного выбега.

Вопросы для защиты (УК-2-31, ПК-1-31):

На какие свойства электропривода влияет величина момента инерции?

На чём основан метод свободного выбега для определения момента инерции?

Что представляет собой кривая свободного выбега, и каков порядок снятия данных для её построения?

Как изменится время выбега агрегата, если на валу двигателя установить маховик?

Лабораторная работа № 2 (УК-2-32, УК-2-33, УК-2-У1, УК-2-В1, УК-4-31, УК-4-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1). Исследование электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Вопросы для защиты (УК-2-32, УК-2-33, УК-4-31, ПК-1-31):

Как определить жёсткость механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Какие параметры определяют скорость идеального холостого хода двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Какие параметры влияют на жёсткость механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

При каком способе регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения скорость идеального холостого хода остаётся неизменной?

В чём различие режимов идеального и реального холостого хода электродвигателя?

При каком способе регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения жёсткость

механических характеристик остаётся постоянной?
При каком способе регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения жёсткость механических характеристик изменяется наиболее сильно?

Лабораторная работа № 3 (УК-2-32, УК-2-33, УК-2-У1, УК-2-В1, УК-4-31, УК-4-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1).
Тормозные режимы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Вопросы для защиты (УК-2-32, УК-2-33, УК-4-31, ПК-1-31):

В каких квадрантах осей координат располагаются характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Как осуществить каждый из тормозных режимов двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Какими достоинствами и недостатками обладает каждый из тормозных режимов двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Для чего при торможении противовключением в цепь якоря вводят добавочные резисторы?

Для чего при динамическом торможении якорь двигателя постоянного тока замыкается на резистор? Как изменится процесс торможения при увеличении / уменьшении сопротивления этого резистора?

В каких режимах работают двигатели стенда при работе М2 в режиме рекуперативного торможения?

В каких режимах работы М2 машина М3 работает генератором, а в каких – двигателем?

Лабораторная работа № 4 (УК-2-32, УК-2-33, УК-2-У1, УК-2-В1, УК-4-31, УК-4-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1).
Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.

Вопросы для защиты (УК-2-32, УК-2-33, УК-4-31, ПК-1-31):

Какие параметры влияют на величину: скорости идеального холостого хода; критического скольжения; максимального момента асинхронного двигателя?

На каком участке механической характеристики асинхронного двигателя возможна его устойчивая работа?

Как изменится форма механической характеристики асинхронного двигателя при увеличении величины добавочных сопротивлений в цепи ротора?

Как зависит перегрузочная способность асинхронного двигателя от напряжения на обмотке статора?

Как влияет на форму механической характеристики асинхронного двигателя изменение величины напряжения на статоре?

Как влияет на форму механической характеристики асинхронного двигателя изменение частоты питающего напряжения?

Как изменится ток идеального холостого хода асинхронного двигателя при уменьшении частоты питающего напряжения и сохранении неизменной его амплитуды?

Лабораторная работа № 5 (УК-2-32, УК-2-33, УК-2-У1, УК-2-В1, УК-4-31, УК-4-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1).
Тормозные режимы асинхронного двигателя.

Вопросы для защиты (УК-2-32, УК-2-33, УК-4-31, ПК-1-31):

Какие существуют тормозные режимы асинхронного двигателя? Как их реализовать?

В каких квадрантах координатных осей находятся характеристики каждого из тормозных режимов асинхронного двигателя?

В каких диапазонах изменяется скольжение асинхронного двигателя при его работе: в двигательном режиме; в режиме рекуперативного торможения; в режиме торможения противовключением?

Различаются ли по величине максимальные моменты асинхронного двигателя в двигательном и генераторном режимах? Если да, то как именно?

Как изменится механическая характеристика асинхронного двигателя в режиме динамического торможения при увеличении активного сопротивления в цепи ротора?

На что расходуется энергия, вырабатываемая в асинхронном двигателе при его торможении в каждом из тормозных режимов?

Как различаются величины критического скольжения асинхронного двигателя в режимах: двигательном; рекуперативного торможения; динамического торможения?

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса из перечня, приведённого в п. 5.1.1 и задачу из п. 5.1.2.

Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Кафедра АИСУ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Дисциплина Теория электропривода

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Электропривод; структура и классификация электропривода.
2. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя.
3. Задача.

Экзаменатор _____ (_____)

Утверждено на заседании кафедры АИСУ
Протоколом № ____ от _____ 2020 г.

Зав. кафедрой АИСУ _____ (_____)

Билеты утверждаются заведующим кафедрой (или его заместителем) и в бумажном виде хранятся на кафедре

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Формой промежуточной аттестации является экзамен, а также защита курсовой работы в 5 семестре.

К экзамену допускается обучающийся, выполнивший и защитивший все лабораторные работы, а также выполнивший и защитивший курсовую работу.

Критерии оценивания защиты лабораторных работ:

«Зачтено»

Лабораторная работа выполнена; отчёт по работе оформлен в соответствии предъявляемым требованиям; при ответе на вопросы по теме лабораторной работы студент демонстрирует знание основных теоретических положений работы и умение их применять на практике.

«Не зачтено»

Лабораторная работа не выполнена, либо отчёт по работе отсутствует или его оформление не соответствует предъявляемым требованиям, либо при ответе на вопросы по теме лабораторной работы студент демонстрирует незнание основных теоретических положений работы и неумение их применять на практике.

Критерии оценивания защиты курсовой работы:

Оценивание курсовой работы проходит по четырехбалльной системе с учетом сроков и регулярности выполнения работы.

Задание на курсовую работу выдаётся преподавателем индивидуально каждому обучающемуся не позднее третьей недели текущего семестра. В течение семестра на консультациях по выполнению курсовой работы обучающиеся обязаны как минимум дважды в семестр (на 6-й и 12-й неделях) продемонстрировать преподавателю ход её выполнения. Выполненная работа должна быть представлена на проверку преподавателю не позднее 16 недели семестра. При наличии недоработок преподаватель возвращает работу обучающемуся с указанием конкретных замечаний, которые должны быть учтены в кратчайший срок. К защите допускается курсовая работа, выполненная без ошибок, и не имеющая замечаний по её оформлению. Курсовая работа должна быть представлена в электронном виде в окончательном варианте.

«Отлично»

Курсовая работа выполнена в полном объеме; отчёт по работе оформлен в полном соответствии с предъявляемыми требованиями; расчеты выполнены без ошибок. При ответе на вопросы по теме курсовой работы обучающийся демонстрирует глубокое знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.

«Хорошо»

Курсовая работа в целом выполнена правильно, расчеты содержат не принципиальные ошибки. Отчёт по работе оформлен в основном в соответствии с предъявляемыми требованиями; При ответе на вопросы по теме курсовой работы обучающийся демонстрирует знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.

«Удовлетворительно»

Курсовая работа в целом выполнена; при расчетах были допущены ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Отчёт по работе оформлен с некоторыми отступлениями от предъявляемых требований; при ответе на вопросы по теме курсовой работы обучающийся дает в основном правильные, но неполные ответы.

«Неудовлетворительно»

Курсовая работа не выполнена, либо отчёт по работе отсутствует или его оформление полностью не соответствует предъявляемым требованиям, либо при ответе на вопросы по теме курсовой работы обучающийся демонстрирует незнание основных теоретических положений работы и неумение их применять на практике.

Критерии оценивания на экзамене

«Отлично»

Обучающийся уверенно демонстрирует глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы. Грамотно владеет навыками решения практических задач по всем разделам дисциплины. Логически связно, грамотно и последовательно формулирует ответы. Умеет аргументировано формулировать выводы, знаком с современными направлениями и научными исследованиями по предметной области, владеет необходимыми остаточными знаниями.

«Хорошо»

Обучающийся демонстрирует исчерпывающие знания в объеме пройденной программы дисциплины. Достаточно уверенно владеет навыками решения практических задач по всем разделам дисциплины, но допускает неточности применяемых формулировок, методов и моделей. Допускает незначительные оговорки при формулировании ответов.

«Удовлетворительно»

Обучающийся неуверенно демонстрирует поверхностные знания программы дисциплины и лекционного курса. Испытывает затруднения при решении практических задач, допускает неточности применяемых формулировок, методов и моделей. Испытывает затруднения и допускает важные оговорки при формулировании ответов, поверхностно владеет терминологией предметной области.

«Неудовлетворительно»

Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, не владеет методиками решения задач, демонстрирует незнание и/или неумение пользоваться терминологией предметной области, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ «МИСиС» П 239.09-18, выпуск 2».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Ключев В. И.	Теория электропривода: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: Энергоатомиздат, 2001
Л 1.2	Под ред. П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.А. Шестакова	Электротехника: учебное пособие для вузов в 3 кн. Кн. 3: Электроприводы. Электроснабжение	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005
Л 1.3	Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев	Электрический привод: учебное пособие для вузов. – 2-е изд.	ЭБС «Юрайт» URL: https://urait.ru/book/elektricheskiy-privod-451078	М.: Издательство Юрайт, 2020

6.1.2. Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Кацман М. М.	Электрический привод: учебник. – 3-е изд., стер.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: ИЦ Академия, 2010
Л 2.2	Бекишев Р. Ф., Дементьев Ю. Н.	Электропривод : учебное пособие для вузов. – 2-е изд.	ЭБС «Юрайт» URL: https://urait.ru/book/elektroprivod-451206	М.: Издательство Юрайт, 2020
Л 2.3	П. Е. Данилов,	Теория	ЭБС «Университетская библиотека	М.; Берлин:

	В. А. Барышников, В. В. Рожков	электропривода: учебное пособие	онлайн» URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480141	Директ-Медиа, 2018
6.1.3. Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Молодых А. В	Теория электропривода: методические указания к выполнению курсовой работы	https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT	
Л 3.2	Молодых А. В.	Электрический привод: метод указания по вып. лабораторных работ	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол, СТИ НИТУ МИСИС, 2015
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	Курс лекций по электроприводу (ч.1 Разомкнутые системы) [Электронный ресурс]: http://ets.ifmo.ru/kardonov/privod/privod.htm			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows			
П 2	Microsoft Office			
П 3	7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)			
П 4	Kaspersky Endpoint Security			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА [Электронный ресурс]: https://elibrary.ru/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	Аудитория №520 «Лаборатория электропривода и электрических машин» Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: Лабораторный стенд «Электропривод» - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
7.2	Аудитория №306 «Кабинет для самостоятельной работы» Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: проектор; доска; экран настенный; компьютер – 6 шт.; комплект учебной мебели на 20 человек. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
<p>Обучение дисциплине проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой.</p> <p>Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена, а также выполнения и защиты курсовой работы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнения и защиты курсовой работы; – выполнения и защиты лабораторных работ. <p>Обучающийся допускается к экзамену при условии выполнения учебного плана дисциплины по результатам выполненных и защищённых курсовой работы и лабораторных работ.</p> <p>Оценочные средства позволяют оценить компетенции (части компетенций), сформированные у обучающихся в процессе освоения и по завершению изучения дисциплины.</p>