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 «20» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Теория электропривода

Закреплена за кафедрой **Кафедра Автоматизированных и информационных систем управления**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **12 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 432

в том числе:

аудиторные занятия 153

самостоятельная работа 207

часов на контроль 72

Формы контроля в семестрах:

экзамен 5,6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		6		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34	68	68
Лабораторные	17	17	17	17	34	34
Практические	17	17	34	34	51	51
Контактная работа	68	68	85	85	153	153
Сам. работа	103	103	104	104	207	207
Часы на контроль	45	45	27	27	72	72
Итого:	216	216	216	216	432	432

Год набора 2023.

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 2023 года набора:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20.06.2023 г., протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных и информационных систем управления

Протокол от «24» мая 2023 г. № 03

И. о. зав. кафедрой АИСУ _____ подпись Д. А. Полещенко

«24» мая 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
И. о. зав. кафедрой АИСУ,
кандидат технических наук, доцент _____ подпись Д. А. Полещенко

«24» мая 2023 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	Системы управления электроприводами
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	УК-1-З1 Знать виды электромеханических систем и их элементы УК-1-З2 Знать основные законы электромеханического преобразования энергии УК-1-З3 Знать основные методы регулирования координат электропривода
Уметь:	УК-1-У1 Уметь анализировать свойства электромеханических преобразователей энергии
Владеть:	УК-1-В1 Владеть навыками построения и анализа характеристик элементов систем электропривода
УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения	
Знать:	УК-2-З1 Знать стандартные способы настройки контуров регулирования координат электропривода
Уметь:	УК-2-У1 Уметь рассчитывать параметры регуляторов координат электропривода
Владеть:	УК-2-В1 Владеть навыками расчёта параметров регуляторов координат электропривода
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Знать:	ОПК-3-З1 Знать математические модели электромеханических преобразователей энергии
Уметь:	ОПК-3-У1 Уметь определять параметры математических моделей электромеханических преобразователей энергии
Владеть:	ОПК-3-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-З1 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-1-З1	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-1-З1	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-1-З1 ПК-1-З1	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-1-З1 УК-1-В1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	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-1-З1 УК-1-В1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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 изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. Подготовка к	5	25	УК-1-З1 УК-1-В1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э 1	

	практическим занятиям. /Ср/					
	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 структурная схема синхронного двигателя. /Лек/	5	14	УК-1-З2 ОПК-3-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э 1	
3.2	Исследование электромеханических и механических	5	4	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	Лабораторная работа выполняется на

	характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения /Лаб/			УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.3	Тормозные режимы двигателя постоянного тока независимого возбуждения /Лаб/	5	3	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.4	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором /Лаб/	5	4	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.5	Тормозные режимы асинхронного двигателя /Лаб/	5	3	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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	Лабораторная работа выполняется на лабораторном стенде «Электропривод» (ауд. 1/520)
3.6	Расчёт и построение электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при различных режимах работы /Пр/	5	3	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-З1 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 электромеханических и механических характеристик асинхронного двигателя. /Пр/	5	3	УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-З1 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	5	25	УК-1-З2	Л 1.1	

	материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/			УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 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	ОПК-3-З1 ПК-1-З1	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	ОПК-3-З1 ПК-1-З1 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 домашнего задания. /Ср/	5	23	ОПК-3-З1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
	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-1-З1 УК-1-З3 УК-2-З1 ОПК-3-З1 ПК-1-З1	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-1-З1 УК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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-1-З1 УК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 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 материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	5	28	УК-1-З1 УК-1-З3 УК-2-З1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3	
	Часы на контроль /Контроль/	5	45	УК-1-З1 УК-1-З2 УК-1-З3 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-3-З1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-З1 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-1-З1)
2. Передаточные механизмы. (УК-1-З1)
3. Механические характеристики двигателей и нагрузок. (УК-1-З1)
4. Расчётные схемы механической части электропривода. Приведение параметров механической части электропривода. (УК-1-З1)
5. Уравнение движения электропривода. (УК-1-З1)
6. Статическая устойчивость электропривода. (УК-1-З1)
7. Абсолютно жёсткая механическая часть электропривода как объект управления. (УК-1-З1)
8. Переходные процессы в абсолютно жёсткой механической части электропривода. (УК-1-З1)
9. Естественные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
10. Искусственные характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
11. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
12. Структурные схемы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
13. Динамические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
14. Допустимые режимы работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
15. Характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
16. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
17. Характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
18. Характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при питании от источника тока. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
19. Схемы замещения асинхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
20. Естественные характеристики асинхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
21. Искусственные характеристики асинхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
22. Линеаризованная структурная схема асинхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
23. Характеристики асинхронного двигателя при питании от источника тока. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
24. Тормозные режимы асинхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
25. Характеристики синхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
26. Линеаризованная структурная схема синхронного двигателя. (УК-1-З2; ОПК-3-З1)
27. Потери энергии в электроприводе. (ОПК-3-З1)
28. Потери энергии в переходных процессах электропривода. (ОПК-3-З1)

29. Классы изоляционных материалов по нагревостойкости. (ОПК-3-З1)
30. Нагрев и охлаждение двигателей. (ОПК-3-З1)
31. Номинальные режимы работы электропривода. (ОПК-3-З1)
32. Выбор мощности двигателей при постоянной нагрузке. (ОПК-3-З1)
33. Выбор и проверка двигателей на нагрев при переменной нагрузке. (ОПК-3-З1)
34. Показатели качества регулирования угловой скорости электропривода. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
35. Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением магнитного потока. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
36. Реостатное регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
37. Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением напряжения на якоре. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
38. Система генератор – двигатель. (УК-1-З1; УК-1-З3; ОПК-3-З1)
39. Система управляемый выпрямитель – двигатель. (УК-1-З1; УК-1-З3; ОПК-3-З1)
40. Система широтно-импульсный преобразователь – двигатель. (УК-1-З1; УК-1-З3; ОПК-3-З1)
41. Реостатное регулирование скорости асинхронного двигателя. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
42. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением напряжения на статоре. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
43. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)
44. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. (УК-1-З1; УК-1-З3; УК-2-З1; ОПК-3-З1)

5.1.2 Примерный перечень задач экзаменационных билетов

Задача 1. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; 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-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Момент инерции механизма $J_м$ = 1000 кг·м^2, передаточное число редуктора i = 20. Определить момент инерции механизма, приведённый к валу двигателя.

Задача 3. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Определить время разгона электропривода от кулевой скорости до 100 с$^{-1}$, если момент двигателя M = 30 Н·м, статический момент сопротивления M_c = 10 Н·м, момент инерции электропривода J = 0,2 кг·м^2.

Задача 4. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Определить время торможения до полного останова электропривода с моментом инерции J = 1 кг·м^2, тормозном моменте двигателя M = 160 Н·м и реактивном статическом моменте M_c = 40 Н·м. Начальная скорость торможения $\omega_{нач}$ = 100 с$^{-1}$.

Задача 5. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Определить статический момент в двигательном режиме электропривода, если момент нагрузки механизма M_p = 200 Н·м, передаточное число редуктора i = 20, КПД передачи η = 50 %.

Задача 6. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Определить статический момент в тормозном режиме электропривода, если момент нагрузки механизма M_p = 400 Н·м, передаточное число редуктора i = 10, КПД передачи η = 80 %.

Задача 7. (УК-1-З1; УК-1-В1; ОПК-3-У1; ПК-1-З1; ПК-1-В1)
Определить приведённый к валу двигателя момент инерции электропривода, если момент инерции ротора двигателя $J_д$ = 5 кг·м^2, момент инерции маховика на валу двигателя $J_м$ = 2 кг·м^2, момент инерции рабочего механизма $J_м$ = 1000 кг·м^2, передаточное число редуктора i = 20.

Задача 8 (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Определить скорость идеального холостого хода двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Номинальное напряжение на якоре $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 5 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 2 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 100 с$^{-1}$.

Задача 9. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Построить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Номинальное напряжение на якоре $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 10 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 2 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 200 с$^{-1}$.

Задача 10. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; 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 $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 50 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 0,4 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 150 $с^{-1}$.

Задача 11. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; 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 $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 50 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 0,4 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 150 $с^{-1}$.

Задача 12. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; 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 $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 50 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 0,4 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 150 $с^{-1}$.

Задача 13. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Какое напряжение необходимо приложить к якорю двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, чтобы при пуске пусковой момент был бы равен удвоенному номинальному. Номинальное напряжение на якоре $U_н$ = 220 В; номинальный ток якоря $I_{а.н}$ = 50 А; сопротивление якорной цепи $R_а$ = 0,4 Ом; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 150 $с^{-1}$.

Задача 14. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Записать уравнение естественной механической характеристики асинхронного двигателя. Номинальная мощность $P_н$ = 18 кВт; номинальное напряжение $U_н$ = 380 В; номинальная угловая скорость $\omega_н$ = 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 λ = 2,5.

Задача 15. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; 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 λ = 3.

Задача 16. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Рассчитать параметры линеаризованной модели асинхронного двигателя, если $U_{ном}$ = 380 В; $p_п$ = 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·$м^2$.

Задача 17. (УК-1-З2; УК-1-З3; УК-1-У1; УК-1-В1; ОПК-3-З1; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Определить величину и кратность пускового тока асинхронного двигателя. Номинальное напряжение $U_н$ = 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 $I_н$ = 80 А.

Задача 18. (ОПК-3-З1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Рассчитать мощность привода центробежного насоса. Подача насоса Q = 0,1 $м^3$ / с, перекачиваемая жидкость – вода; напор на выходе насоса H = 50 м, КПД насоса $\eta_н$ = 50 %, КПД передачи $\eta_п$ = 95 %.

Задача 19. (ОПК-3-З1; ПК-1-З1; ПК-1-У1; ПК-1-В1)
Рассчитать мощность привода вентилятора. Подача вентилятора Q = 1 $м^3$ / с, давление на напорной стороне p = 5 кПа, КПД вентилятора $\eta_в$ = 65 %, КПД передачи $\eta_п$ = 95 %.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

По дисциплине предусмотрено: выполнение и защита 4 домашних заданий; выполнение и защита 5 лабораторных работ [Л 3.1].

5.2.2. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 (УК-1-З1, УК-1-В1, ОПК-3-У1, ПК-1-З1, ПК-1-В1). Определение момента инерции электропривода методом свободного выбега.
Вопросы для защиты (УК-1-З1, ПК-1-З1):
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-1-З2, УК-1-З3, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-З1, УК-2-У1, УК-2-В1, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1). Исследование электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
Вопросы для защиты (УК-1-З2, УК-1-З3, УК-2-З1, ОПК-3-З1, ПК-1-З1):
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-1-З2, УК-1-З3, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1). Тормозные режимы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
Вопросы для защиты (УК-1-З2, УК-1-З3, ОПК-3-З1, ПК-1-З1):
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-1-З2, УК-1-З3, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-З1,УК-2-У1, УК-2-В1, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1). Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.
Вопросы для защиты (УК-1-З2, УК-1-З3, УК-2-З1, ОПК-3-З1, ПК-1-З1):
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-1-З2, УК-1-З3, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1). Тормозные режимы асинхронного двигателя.
Вопросы для защиты (УК-1-З2, УК-1-З3, ОПК-3-З1, ПК-1-З1):
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 _____ 202_ 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 в 5 семестре.
К экзамену допускается обучающийся, выполнивший и защитивший все домашние задания и лабораторные работы.

Критерии оценивания домашних заданий:
«Зачтено»
Домашнее задание выполнено без ошибок, либо с непринципиальными ошибками, не влияющими на физическую суть результата.
«Не зачтено»
Задание не выполнено, либо выполнено не полностью, либо в решении допущены существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя.

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 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, В. А. Барышников, В. В. Рожков	Теория электропривода: учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480141	М.; Берлин: Директ-Медиа, 2018

6.1.3. Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Молодых А. В.	Электрический привод: метод	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол, СТИ НИТУ

		указания по вып. лабораторных работ		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
Обучение дисциплине проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью: – выполнения и защиты домашних заданий; – выполнения и защиты лабораторных работ. Обучающийся допускается к экзамену при условии выполнения учебного плана дисциплины по результатам выполненных и защищённых домашних заданий и лабораторных работ. Оценочные средства позволяют оценить компетенции (части компетенций), сформированные у обучающихся в процессе освоения и по завершению изучения дисциплины.