МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, микроэлектроника и программирование цифровых устройств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	36	36	часов
Курсовая работа	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7
Курсовая работа	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83683

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение навыков расчета, моделирования и проектирования электропривода, алгоритмов управления его работой с использованием средств автоматизации проектирования.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических и математических моделей электрических машин, силовых блоков электропривода и его системы управления, а также программных средств их компьютерного моделирования.
2. Освоение методов экспериментального исследования параметров и характеристик электрических машин, силовых преобразователей электропривода, способов управления их работой и алгоритмов системы управления.
3. Освоение навыков расчета и проектирования силовых и электромеханических узлов электропривода, измерительных и управляющих цепей системы управления и алгоритмов её работы с использованием средств автоматизации проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.ДВ.04.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83683

ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает простейшие физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программные средства для физического и математического моделирования электронных приборов и устройств различного функционального назначения	Знает простейшие физические и математические модели электро-механических устройств различного назначения, а также стандартные программные средства для физического и математического моделирования электропривода
	ПК-1.2. Умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Умеет строить простейшие физические и математические модели узлов электропривода, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
	ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования	Владеет навыками построения имитационных моделей электромеханических приводов и систем их управления, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования

Согласована на портале № 83683

ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает достоверные методики экспериментального исследования параметров и характеристик электрической машины, электропривода и системы управления электроприводом
	ПК-2.2. Умеет аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик электронной компонентной базы, приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Умеет применить на практике эффективную методику экспериментального исследования электропривода
	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Владеет эффективной методикой экспериментального исследования параметров электропривода и системы управления им

Согласована на портале № 83683

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает принципы конструирования отдельных аналоговых и цифровых блоков электропривода: электрической машины, силового преобразователя и системы управления им
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик блоков электропривода: электрической машины, силового преобразователя и системы управления
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем блоков электропривода и алгоритмов его системы управления

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	36	36
Курсовая работа	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	30	30
Написание отчета по курсовой работе	32	32
Подготовка к тестированию	10	10
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Курс. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						

Согласована на портале № 83683

1 Типы электрических машин и способы управления электродвигателями	2	4	18	14	38	ПК-1, ПК-2
2 Механические характеристики электродвигателей и нагрузка	4	8		14	26	ПК-1, ПК-2, ПК-3
3 Силовые преобразователи энергии, мощность и частота	4	8		14	26	ПК-1, ПК-2, ПК-3
4 Система управления электроприводом и алгоритмика	4	4		14	22	ПК-1, ПК-2, ПК-3
5 Динамика и энергетика электромеханических систем	4	12		16	32	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	18	36	18	72	144	
Итого	18	36	18	72	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Типы электрических машин и способы управления электродвигателями	Основные понятия и определения. История и развитие электропривода. Современный электропривод и его состав. Механическая, силовая и управляющая подсистемы электропривода. Классификация электродвигателей и движителей. Задачи по управлению электроприводами, закон управления.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Механические характеристики электродвигателей и нагрузка	Основные законы механики электропривода. Обобщенные расчетные схемы механической части электропривода. Уравнения движения связанных масс электропривода при постоянном и переменном передаточном числе, радиусе приведения и инерционных массах. Динамические характеристики жесткого механического звена. Динамические характеристики многомассовой механической системы. Механическая часть электропривода как объект управления. Структурные схемы и передаточные функции.	4	ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 83683

3 Силовые преобразователи энергии, мощность и частота	Типы силовых цепей, используемых в электроприводе. Характеристики и параметры силовых блоков. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой при жестких механических связях. Выбора мощности электропривода. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейными и нелинейными механическими характеристиками. Потери энергии в электроприводах постоянного и переменного тока.	4	ПК-1, ПК-3
	Итого	4	
4 Система управления электроприводом и алгоритмика	Типы систем управления электроприводом и их аналоговая и цифровая реализация. Функции управления электроприводами. Протоколы передачи данных. Измерительные и управляющие цепи электропривода. Законы управления. Передаточные функции. Переходные процессы и оптимум.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Динамика и энергетика электромеханических систем	Математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии в электроприводе. Уравнения и структурные схемы электромеханического преобразователя последовательного возбуждения. Уравнения и структурные схемы электромеханического преобразователя с независимым возбуждением. Уравнения и характеристики асинхронных и синхронных электромеханических преобразователей.	4	ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 83683

1 Типы электрических машин и способы управления электродвигателями	Исследование, расчет и моделирование в САПР двигателей и их механических характеристик в замкнутых системах регулирования	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Механические характеристики электродвигателей и нагрузка	Расчет параметров, моделирование в САПР и построение механических характеристик двигателя постоянного тока	4	ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Расчет параметров, моделирование в САПР и построение механических характеристик асинхронного двигателя	4	ПК-1, ПК-3
	Итого	8	
3 Силовые преобразователи энергии, мощность и частота	Расчет электромеханических характеристик электропривода постоянного тока. Расчеты по выбору мощности электропривода по методу средних потерь и эквивалентных величин для различных режимов работы. Моделирование силовой цепи преобразователя в САПР.	4	ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Расчет электромеханических характеристик электропривода с асинхронным электродвигателем. Транзисторные широтно-импульсные преобразователи для управления двигателями постоянного тока. Преобразователь частоты (автономный инвертор) для асинхронной электрической машины, законы частотного управления. Моделирование силового блока преобразователя частоты с задаваемой частотой.	4	ПК-1, ПК-3
	Итого	8	
4 Система управления электроприводом и алгоритмика	Моделирование в САПР системы управления электроприводом с обратными связями, заданным законом управления и ПИД-регулятором. Передаточная функция. Скалярное и векторное управление преобразователем частоты электропривода.	4	ПК-1, ПК-2, ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 83683

5 Динамика и энергетика электромеханических систем	Электропривод двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), расчеты параметров и моделирование в САПР переходных процессов.	4	ПК-1, ПК-2
	Расчеты естественных и искусственных статических механических характеристик двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением (ДПТ ПВ).	4	ПК-1, ПК-2
	Расчеты естественных и искусственных статических механических характеристик асинхронных двигателей с полым ротором (с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором), трехфазных асинхронных двигателей.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	12	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Индивидуальное задание. Составление ТЗ на КР. Формирование требований к системе электропривод-нагрузка, закона регулирования. Формулировка мощностных и частотных требований к электроприводу.	2	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Расчет мощности двигателя. Выбор электродвигателя, построение его имитационной модели в САПР. Построение механических характеристик.	4	ПК-1, ПК-2
Проектирование в САПР системы управления электропривода. Построение обратных связей, закон регулирования. Построение электромеханической характеристики. Подбор датчиков и реализация обратных связей.	4	ПК-1, ПК-3
Анализ динамики электропривода. Построение передаточной функции. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ. Корректирующие звенья АСУ. Построение итоговой АЧХ и ФЧХ. Параметры переходного процесса.	6	ПК-1, ПК-3
Численный эксперимент: сброс/наброс нагрузки, ХХ и КЗ. Построение защит и блокировок, плавный пуск. Анализ результатов. Подготовка отчета по КР, защита КР.	2	ПК-1, ПК-2, ПК-3

Согласована на портале № 83683

Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых работ:

1. Построение системы управления электропривода для тягового асинхронного двигателя, с заданным законом управления нагрузкой.
2. Построение системы управления электропривода для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, с заданным законом управления нагрузкой.
3. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с фазным ротором, с заданным законом управления нагрузкой.
4. Построение системы управления электропривода для исполнительного двигателя постоянного тока, с заданным законом управления нагрузкой.
5. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя, с заданным законом управления нагрузкой.
6. Построение системы управления электропривода для синхронного двигателя в качестве корректора коэффициента мощности.
7. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, с заданным законом управления нагрузкой.
8. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя насоса.
9. Построение системы управления трехфазным активным выпрямителем.
10. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя подъемного крана.
11. Построение системы управления электропривода для двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
12. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с полым ротором, с заданным законом управления нагрузкой.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Типы электрических машин и способы управления электродвигателями	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	6	ПК-1, ПК-2	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	14		
2 Механические характеристики электродвигателей и нагрузка	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	6	ПК-1, ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	14		

Согласована на портале № 83683

3 Силовые преобразователи энергии, мощность и частота	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	6	ПК-1, ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	14		
4 Система управления электроприводом и алгоритмика	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	6	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Итого	14		
5 Динамика и энергетика электромеханических систем	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание отчета по курсовой работе	8	ПК-1, ПК-2	Курсовая работа, Отчет по курсовой работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Курс. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование
ПК-2	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 83683

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Зачёт с оценкой	20	20	30	70
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Отчет по курсовой работе	30	30	40	100
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 83683

7.1. Основная литература

1. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод типовых производственных механизмов : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, В. М. Завьялов, Н. В. Кояин, Л. С. Удут. — Томск : ТПУ, 2017. — 404 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/106737.

7.2. Дополнительная литература

1. Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 2. Современный промышленный электропривод / Б. Ю. Васильев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 392 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/323624.

2. Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 1. Основы электропривода и преобразовательной техники / Б. Ю. Васильев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 356 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/323621.

3. Пушкарева, О. Б. Электротехника, электроника и электропривод: курс лекций для обучающихся всех направлений и специальностей : учебное пособие / О. Б. Пушкарева, Н. Р. Шабалина, С. М. Шанчуров. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. — 101 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/142499.

4. Абакумов, А. М. Конспект лекций по дисциплине "Электрические машины и электропривод" : учебное пособие / А. М. Абакумов, Б. К. Григоровский. — Самара : СамГУПС, [б. г.]. — Часть 1 — 2006. — 135 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130260.

5. Электрические машины: Учебное пособие / В. П. Обрусник - 2007. 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/848.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электрические машины: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Т. Н. Зайченко - 2023. 44 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10988.

2. Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем: Методические указания по проведению практических занятий / М. Е. Антипин - 2022. 10 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10228.

3. Мехатроника. Инженерный подход : учебное пособие для вузов / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под редакцией А. Н. Веригин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 644 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/439847.

4. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие для вузов / А. П. Лукинов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 608 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/396581.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 83683

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Asimec;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- LTspice 4;
- LibreOffice;

Согласована на портале № 83683

- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 83683

1 Типы электрических машин и способы управления электродвигателями	ПК-1, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Механические характеристики электродвигателей и нагрузка	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Силовые преобразователи энергии, мощность и частота	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Система управления электроприводом и алгоритмика	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Динамика и энергетика электромеханических систем	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 83683

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Из каких основных частей состоит электропривод?
   а) силовая часть и система управления
   б) механическая и динамическая
   в) система регулирования
   г) система устойчивости
2. Каким термином обозначается динамическое торможение электродвигателя?
   а) торможение, связанное со скоростью
   б) реостатное
   в) торможение, связанное с пусковым моментом
   г) кинематическое торможение
3. Чем характеризуется плавность регулирования электропривода?
   а) числом устойчивых моментов
   б) числом устойчивых сил
   в) числом устойчивых скоростей
   г) устойчивостью по всем характеристикам

Согласована на портале № 83683

4. От чего зависит диапазон регулирования электродвигателя?
   а) от внешних сил
   б) от плавного пуска
   в) от скорости момента
   г) от нагрузки
5. Каким символом в формулах обозначается количество тепла, выделяемого электроприводом?
   а) Q
   б) P
   в) A
   г) I
6. Каким бывает активный момент в электроприводе?
   а) вращающими
   б) тормозным
   в) ускорительными
   г) неподвижными
7. В какую сторону всегда направлен реактивный момент?
   а) перпендикулярно движению
   б) не имеют направления (скалярная величина)
   в) против движения
   г) могут иметь любое направление
8. Какая основная функция электродвигателя в электроприводе мехатронных систем?
   а) преобразование механической энергии в электрическую
   б) изменение параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты)
   в) повышение коэффициента мощности
   г) преобразование электрической энергии в механическую
9. Какова основная задача силового преобразователя в электроприводе?
   а) преобразование электрической энергии в механическую
   б) преобразование параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты)
   в) преобразование механической энергии в механическую
   г) преобразование механической энергии в электрическую
10. Какая из перечисленных функций не относится к системе управления электропривода?
    а) включение и выключение электропривода
    б) реверсирование электропривода
    в) регулирование скорости электропривода
    г) передача механической энергии рабочей машине

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Что такое естественная механическая характеристика электродвигателя? Как она строится?
2. Что такое электромеханическая характеристика электродвигателя? Как в ней учитывается закон управления?
3. Что такое закон регулирования? Чем обеспечивается его выполнение электроприводом?
4. Что такое передаточная функция регулятора электропривода? Для чего она используется?
5. Что такое АЧХ, основные показатели АЧХ? Как они влияют на работу электропривода? На ХХ и под нагрузкой?
6. Что такое ФЧХ? Как она связана с передаточной функцией САУ электропривода?
7. Как производится расчет корректирующих звеньев для ЛАЧХ и ЛФЧХ при настройке электропривода?
8. Какие типы звеньев ТАУ вы знаете? Чем они характеризуются?
9. Как анализируется устойчивость работы электропривода? Какие способы исследования устойчивости вы знаете?
10. Какие характеристики переходного процесса электропривода вы знаете? Как на них влияет тип звеньев САУ?
11. Приведите и поясните типовую структурную схему САУ электроприводом асинхронного электродвигателя.
12. Какие бывают способы пуска асинхронного электродвигателя? Какую роль в них играет

Согласована на портале № 83683

электропривод?
13. Как выбирается мощность электропривода для заданного двигателя?
14. Как связаны скорость вращения электродвигателя и момент, создаваемый на его валу?
15. Как определить на какую рабочую частоту должен быть настроен электропривод?

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Приведите и дайте пояснения к естественной механической характеристике заданного в ТЗ на КР электродвигателя.
2. Объясните, каким образом СУ электропривода обеспечит заданный в ТЗ на КР закон регулирования.
3. Приведите передаточную функцию СУ электропривода из вашей КР. Поясните её АЧХ, основные показатели АЧХ.
4. Приведите и дайте пояснения к электромеханической характеристике заданного в ТЗ на КР электродвигателя.
5. Приведите передаточную функцию СУ электропривода из вашей КР. Поясните её ФЧХ.
6. Приведите естественные ЛАЧХ и ЛФЧХ электропривода из вашей КР, поясните, какое корректирующее звено пришлось вносить и почему? Приведите и поясните итоговые АЧХ и ФЧЗ.
7. Поясните характеристики переходного процесса электропривода из вашей КР. Как они связаны с АЧХ и ФЧХ?
8. Объясните структурную схему СУ электроприводом из вашей КР. Какие обратные связи вы завели и почему?
9. Как вы выбирали электродвигатель для электропривода в вашей КР? Как оценили его мощность и частоту?
10. Как связаны скорость вращения электродвигателя вашего привода и момент, создаваемый на его валу?
11. Как реализован пуск электрической машины вашего электропривода?

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Построение системы управления электропривода для тягового асинхронного двигателя, с заданным законом управления нагрузкой.
2. Построение системы управления электропривода для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, с заданным законом управления нагрузкой.
3. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с фазным ротором, с заданным законом управления нагрузкой.
4. Построение системы управления электропривода для исполнительного двигателя постоянного тока, с заданным законом управления нагрузкой.
5. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя, с заданным законом управления нагрузкой.
6. Построение системы управления электропривода для синхронного двигателя в качестве корректора коэффициента мощности.
7. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, с заданным законом управления нагрузкой.
8. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя насоса.
9. Построение системы управления трехфазным активным выпрямителем.
10. Построение системы управления электропривода для трехфазного асинхронного двигателя подъемного крана.
11. Построение системы управления электропривода для двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
12. Построение системы управления электропривода для асинхронного двигателя с полым ротором, с заданным законом управления нагрузкой.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль

Согласована на портале № 83683

в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 83683

– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83683

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 1 от «25» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ), каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Разработано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a

Согласована на портале № 83683