

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики
и систем управления

 /А.В. Бурковский/

25 ноября 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы систем управления электроприводами»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

В.А. Трубецкой

Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

Д.А. Тонн

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение профессиональных компетенций и навыков, обеспечение подготовки обучающихся, позволяющей разрабатывать системы управления электроприводами постоянного и переменного тока на основе типовых узлов, синтезировать регуляторы, придающие электроприводам требуемые показатели качества, а также формирование практических навыков разработки проектных решений отдельных частей системы электропривода, всей системы электропривода и отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами, осуществления предпроектного обследования технологического процесса, для которого разрабатывается автоматизированная система управления, и оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение структуры электропривода с системами управления верхнего и нижнего уровней, а также задач, возлагаемых на уровни управления;
- освоение методов нечеткой логики и принципов разработки систем фаззи-управления электроприводами;
- ознакомление студентов с синтезом систем модального управления электроприводами методом стандартных уравнений;
- изучение принципов построения систем управления с подчиненным регулированием координат;
- освоение принципов построения, способов и технических средств реализации систем управления скоростью и положением электроприводов постоянного и переменного тока;
- освоение теоретических основ построения цифровых систем управления электроприводами, их расчетных моделей с учетом квантования и методики синтеза цифрового контура регулирования;
- изучение особенностей управления синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя, функционирования основных узлов системы управления и структуры двухконтурного электропривода с вентильным двигателем;
- освоение принципа векторного управления и методики синтеза системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода;
- приобретение навыков теоретического и экспериментального исследования систем управления скоростью и положением электроприводов, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы систем управления электроприводами» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы систем управления электроприводами» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен разрабатывать проектные решения отдельных частей системы электропривода и всей системы электропривода

ПК-4 - Способен разрабатывать проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами

ПК-5 - Способен осуществлять предпроектное обследование технологического процесса, для которого разрабатывается автоматизированная система управления

ПК-6 - Способен осуществлять предпроектное обследование оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать: правила проектирования системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода, систему автоматизированного проектирования;
	уметь: - применять систему автоматизированного проектирования для разработки графических частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода; - выбирать оптимальные технические решения при выполнении проекта системы электропривода
	владеть: - методами сбора информации по существующим техническим решениям системы электропривода, выбором оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода.
ПК-4	знать: состав автоматизированной системы управления технологическими процессами
	уметь: - разрабатывать проектные решения по системам управления электроприводами, являющимися частью автоматизированной системы управления технологическими процессами; - выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации
	владеть:

	<ul style="list-style-type: none"> - навыками моделирования элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами; - методиками и процедурами автоматизированной системы управления организацией для выбора оптимального оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами.
ПК-5	<p>знать: последовательность сбора материалов для проектирования автоматизированной системы управления</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ материалов для проектирования и формирование документации; - осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту автоматизации. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками предпроектного обследования оборудования технологических процессов, для которых разрабатываются автоматизированные системы управления; - методиками подготовки материала для отчета по результатам обследования объекта автоматизации.
ПК-6	<p>знать: методики определения характеристик оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы согласно методикам и процедурам системы менеджмента качества, требованиям частного технического задания на проведение обследования. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготовкой материалов для отчета по результатам обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода;

	- подготавливать материалы для отчета по результатам обследования оборудования.
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы систем управления электроприводами» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	162	90	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	54	36	18
Самостоятельная работа	126	54	72
Курсовая работа	+		+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	24	10	14
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	12	4	8
	8	4	4
Самостоятельная работа	256	130	126
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	8	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
7 семестр							
1	Постановка задач анализа и синтеза СУЭП	Обобщенная структура процесса проектирования СУЭП, алгоритм проектирования	4	2	4	8	18
2	Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	Функции принадлежности и нечеткие множества. Алгоритмы поиска решения в совокупности нечетких множеств. Нечеткое управление.	4	2	4	8	18
3	Системы модального управления электроприводами	Общая характеристика модального управления. Электропривод с модальным управлением. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.	4	2	4	8	18
4	Системы управления с подчиненным регулированием координат	Функциональная и структурная схемы электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Синтез регуляторов скорости и тока.	4	2	8	8	22
5	Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Однократно и двукратно интегрирующая система управления скоростью электропривода постоянного тока с подчиненным контуром тока.	10	4	8	8	30
6	Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Разомкнутые системы управления асинхронного электропривода. Замокнутые системы частотного управления. Системы частотно-токового управления.	6	4	4	7	21
7	Системы управления положением электроприводов	Позиционные и следящие электроприводы. Структурная схема следящего электропривода с подчиненным регулированием положения, скорости и тока.	4	2	4	7	17
8 семестр							
8	Теоретические основы построения цифровых систем управления электроприводов	Математическое описание цифровых систем управления электроприводов с учетом их дискретности. Дискретные передаточные функции. Методика синтеза цифрового контура регулирования.	8	4	4	18	34
9	Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя	Вентильный двигатель на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом. Система управления электропривода с вентильным двигателем.	6	2	4	18	30
10	Система управляемый преобразователь – двигатель	Настройка контуров тока и ЭДС в системе управляемый преобразователь – двигатель	4	2	4	18	28

11	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Системы регулирования скорости асинхронного двигателя с управлением по вектору основного потокосцепления двигателя и потокосцепления ротора.	18	10	6	18	52
Итого			72	36	54	126	288

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
9 семестр							
1	Постановка задач анализа и синтеза СУЭП	Обобщенная структура процесса проектирования СУЭП, алгоритм проектирования	1	1	-	18	20
2	Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	Функции принадлежности и нечеткие множества. Алгоритмы поиска решения в совокупности нечетких множеств. Нечеткое управление.	1	1	-	18	20
3	Системы модального управления электроприводами	Общая характеристика модального управления. Электропривод с модальным управлением. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.	1	-	-	18	19
4	Системы управления с подчиненным регулированием координат	Функциональная и структурная схемы электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Синтез регуляторов скорости и тока.	1	-	-	20	21
5	Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Однократно и двукратно интегрирующая система управления скоростью электропривода постоянного тока с подчиненным контуром тока.	-	-	-	20	20
6	Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Разомкнутые системы управления асинхронного электропривода. Замокнутые системы частотного управления. Системы частотно-токового управления.	-	-	2	18	20
7	Системы управления положением электроприводов	Позиционные и следящие электроприводы. Структурная схема следящего электропривода с подчиненным регулированием положения, скорости и тока.	-	-	2	18	20
10 семестр							
8	Теоретические основы построения цифровых систем управления электроприводов	Математическое описание цифровых систем управления электроприводов с учетом их дискретности. Дискретные передаточные функции. Методика синтеза цифрового контура регулирования.	1	1	2	32	36
9	Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя	Вентильный двигатель на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом. Система управления электропривода с вентильным двигателем.	1	1	2	32	36

10	Система управляемый преобразователь – двигатель	Настройка контуров тока и ЭДС в системе управляемый преобразователь – двигатель	1	-	2	31	34
11	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	Системы регулирования скорости асинхронного двигателя с управлением по вектору основного потокосцепления двигателя и потокосцепления ротора.	1	-	2	31	34
Итого			8	4	12	256	280

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
2	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
3	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
4	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
5	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
6	практическая подготовка реализуется при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсового проектирования, всех видов практики и иных видов учебной деятельности	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование системы нечеткого управления электроприводом постоянного тока.
2. Исследование системы модального управления электроприводом постоянного тока.

3. Исследование системы подчиненного регулирования координат электропривода.
4. Исследование системы двухзонного регулирования скорости электропривода.
5. Исследование исполнительной системы с обратной связью по скорости.
6. Исследование исполнительной системы с обратной связью по току.
7. Исследование исполнительной системы с обратной связью по скорости и задержанной обратной связью по току.
8. Исследование системы управления скоростью с подчиненным контуром тока и последовательным токоограничением.
9. Исследование цифровой системы в режимах стабилизации скорости по уровню противо-ЭДС и по импульсам от инкрементального энкодера.
10. Исследование цифровой системы в режимах стабилизации скорости с тахогенератором и ограничения момента.
11. Исследование электропривода с вентильным двигателем.
12. Исследование системы генератор – двигатель.
13. Исследование системы векторного управления асинхронным электроприводом.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения, 10.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка системы управления электроприводом постоянного тока»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- энергетический расчет электропривода;
- разработка управляемого источника питания и силовой цепи электропривода;
- выбор элементов цепи обратной связи по току;
- выбор элементов цепи обратной связи по скорости;
- расчет настроек контура тока;
- расчет настроек контура скорости;
- выбор структуры и расчет параметров регуляторов тока и скорости;
- моделирование системы управления электроприводом постоянного тока в среде MATLAB;

- аппаратная реализация регуляторов тока и скорости электропривода постоянного тока. Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать: правила проектирования системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода, систему автоматизированного проектирования;	Полнота знания правил проектирования системы электропривода, типовых проектных решений системы электропривода, системы автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - применять систему автоматизированного проектирования для разработки графических частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода; - выбирать оптимальные технические решения при выполнении проекта системы электропривода	Степень самостоятельности применения системы автоматизированного проектирования для разработки графических частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методами сбора информации по существующим техническим решениям системы электропривода, выбором оборудования	Высокая адаптивность навыков сбора информации по существующим техническим решениям системы электропривода, выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	дования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода.	проектирования системы электропривода		
ПК-4	знать: состав автоматизированной системы управления технологическими процессами	Полнота знания состава автоматизированной системы управления технологическими процессами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - разрабатывать проектные решения по системам управления электроприводами, являющимися частью автоматизированной системы управления технологическими процессами; - выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации	Осознанность выполнения действий по разработке проектных решений системам управления электроприводами, являющихся частью автоматизированной системы управления технологическими процессами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - навыками моделирования элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами; - методиками и процедурами автоматизированной системы управления организацией для выбора оптимального оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами.	Высокий уровень самостоятельности навыков моделирования элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать: последовательность сбора материалов для проектирования автоматизированной системы управления	Системность знания последовательности сбора материалов для проектирования автоматизированной системы управления	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - проводить анализ материалов для проектирования и	Степень самостоятельности проведения анализа материалов для проектирования и формирования документации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>формирование документации;</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту автоматизации. 			
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками предпроектного обследования оборудования технологических процессов, для которых разрабатываются автоматизированные системы управления; - методиками подготовки материала для отчета по результатам обследования объекта автоматизации. 	<p>Высокая адаптивность навыков предпроектного обследования оборудования технологических процессов, для которых разрабатываются автоматизированные системы управления</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
ПК-6	<p>знать: методики определения характеристик оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы</p>	<p>Полнота знания методики определения характеристик оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы согласно методикам и процедурам системы менеджмента качества, требованиям частного 	<p>Осознанность выполнения действия по определению в процессе предпроектного обследования параметров оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	технического задания на проведение обследования.			
	владеть: - подготовкой материалов для отчета по результатам обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; - подготавливать материалы для отчета по результатам обследования оборудования.	Высокий уровень самостоятельности при подготовке материалов для отчета по результатам обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения, 9, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать: правила проектирования системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода, систему автоматизированного проектирования;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - применять систему автоматизированного проектирования для разработки графических частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода; - выбирать оптимальные технические решения при выполнении проекта системы электропривода	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами сбора информации по существующим техническим решениям системы электропривода, выбором оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода. 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	<p>знать: состав автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать проектные решения по системам управления электроприводами, являющимися частью автоматизированной системы управления технологическими процессами; - выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации 	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками моделирования элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами; - методиками и процедурами автоматизированной системы управления организацией для выбора оптимального оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами. 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	<p>знать: последовательность сбора материалов для проектирования автоматизированной системы управления</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ материалов для проектирования и формирования документации; 	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>- осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту автоматизации.</p>		верные ответы	ответ во всех задачах		
	<p>владеть: - навыками предпроектного обследования оборудования технологических процессов, для которых разрабатываются автоматизированные системы управления; - методиками подготовки материала для отчета по результатам обследования объекта автоматизации.</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	<p>знать: методики определения характеристик оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь: - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; - определять в процессе предпроектного обследования параметры оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода, при различных режимах работы согласно методикам и процедурам системы менеджмента качества, требованиям частного технического задания на проведение обследования.</p>	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<p>владеть: - подготовкой материалов для отчета по результатам обследования оборудования</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>ния, для которого разрабатывается проект системы электропривода;</p> <p>- подготавливать материалы для отчета по результатам обследования оборудования.</p>			ответ во всех задачах		
--	--	--	--	-----------------------	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание 1

Отметьте правильный ответ.

В разомкнутой системе управления отсутствует:

- 1) обратная связь;
- 2) защита от перегрузки;
- 3) исполнительный механизм;
- 4) преобразователь энергии.

Задание 2

Отметьте правильный ответ.

Что происходит с коэффициентом усиления при положительной обратной связи:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) остается без изменения;
- 4) становится равным нулю;
- 5) равен бесконечности.

Задание 3

Отметьте правильный ответ.

Что происходит с коэффициентом усиления при отрицательной обратной связи:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) равен бесконечности;
- 4) становится равным нулю.

Задание 4

Отметьте правильный ответ.

Задачей управляющей вычислительной машины является:

- 1) управление и выдача управляющих воздействий;
- 2) изменение параметров;
- 3) защита технологического процесса;
- 4) регулирование одного параметра;
- 5) замыкание цепи воздействия.

Задание 5

Отметьте правильный ответ.

Согласованное управление – это:

- 1) одинаковое изменение одного параметра;
- 2) разное изменение параметров;
- 3) изменение только на одном объекте;
- 4) рассогласование параметров.

Задание 6

Отметьте правильный ответ.

Верхний уровень системы управления электроприводами:

- 1) вырабатывает технологическое задание на движение рабочих органов;
- 2) формирует управляющие воздействия на двигатели;
- 3) измеряет температуру двигателей;

4) измеряет скорость двигателей.

Задание 7

Отметьте правильный ответ.

Нижний уровень системы управления электроприводами:

1) формирует статические, динамические, точностные характеристики электропривода;

2) формирует задающие воздействия на электроприводы;

3) обеспечивает согласованную работу нескольких электроприводов;

4) обеспечивает интеллектуальное управление технологической установкой.

Задание 8

Отметьте правильный ответ.

Какие средства в составе АСУТП не относятся к программным:

1) контроллеры;

2) операционные системы реального времени;

3) средства разработки и исполнения технологических программ;

4) системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления.

Задание 9

Отметьте правильный ответ.

Какие действия не относятся к сбору материалов для проектирования АСУТП:

1) разработка проектных решений отдельных элементов АСУТП;

2) формирование требований;

3) изучение объекта проектирования;

4) разработка и выбор варианта концепции системы.

Задание 10

Отметьте правильный ответ.

Какие действия не относятся к трудовым функциям при предпроектном обследовании оборудования:

1) разработка проектных решений отдельных элементов электропривода;

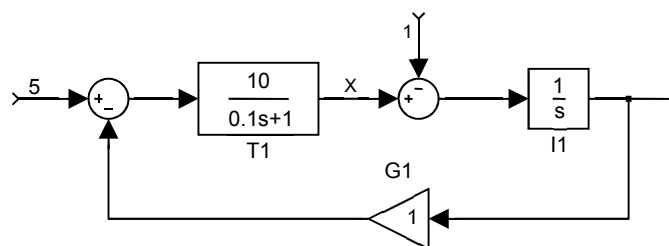
2) анализ частного технического задания на предпроектное обследование оборудования;

3) определение характеристик оборудования;

4) подготовка материалов для отчета по результатам обследования оборудования.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1



Отметьте правильный ответ:

В установившемся режиме выходная величина блока T1 (X) для приведенной структуры будет равна

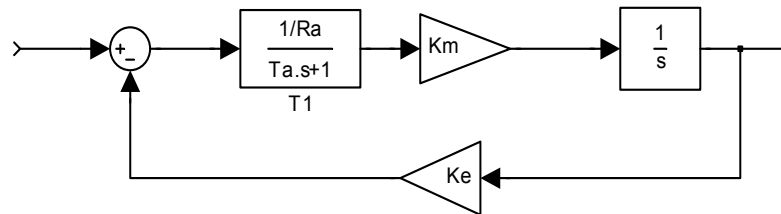
- 0

- 0,1

- 0,5

- 1,0

Задание 2

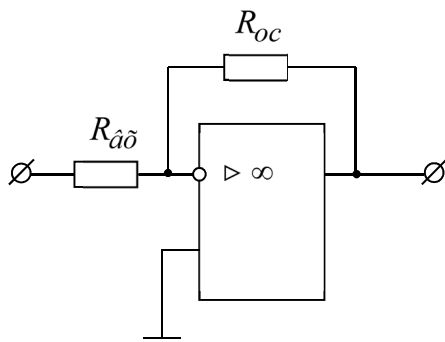


Выбрать правильный ответ:

Для приведенной структуры ДПТ при увеличении питающего напряжения U_a установившееся значение скорости ω :

- + увеличится
- уменьшится
- останется неизменным

Задание 3

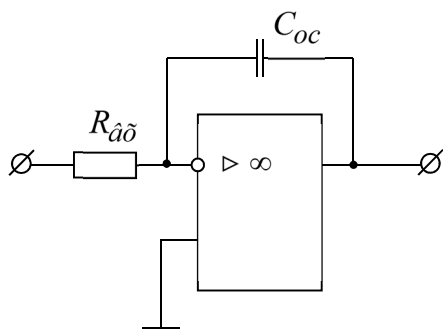


Определить тип регулятора и его передаточную функцию.

Варианты ответа:

- 1) П-регулятор, $W_I = \beta$;
- 2) И-регулятор, $W_{\dot{E}} = \frac{\beta}{\tau s}$;
- 3) ПИ-регулятор, $W_{I\dot{E}} = \frac{\beta(\tau s + 1)}{\tau s}$.

Задание 4



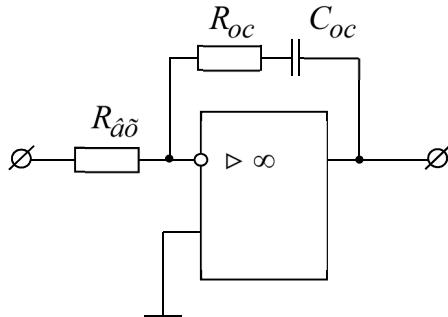
Определить тип регулятора и его передаточную функцию.

Варианты ответа:

- 1) П-регулятор, $W_I = \beta$;

- 2) И-регулятор, $W_{\dot{E}} = \frac{\beta}{\tau s}$;
- 3) ПИ-регулятор, $W_{I\dot{E}} = \frac{\beta(\tau s + 1)}{\tau s}$.

Задание 5

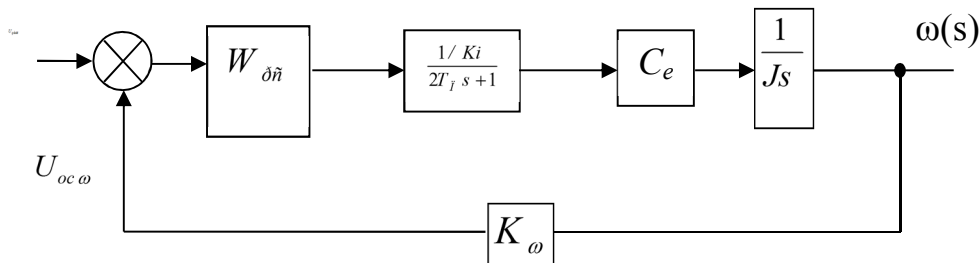


Определить тип регулятора и его передаточную функцию.

Варианты ответа:

- 1) П-регулятор, $W_I = \beta$;
- 2) И-регулятор, $W_{\dot{E}} = \frac{\beta}{\tau s}$;
- 3) ПИ-регулятор, $W_{I\dot{E}} = \frac{\beta(\tau s + 1)}{\tau s}$.

Задание 6



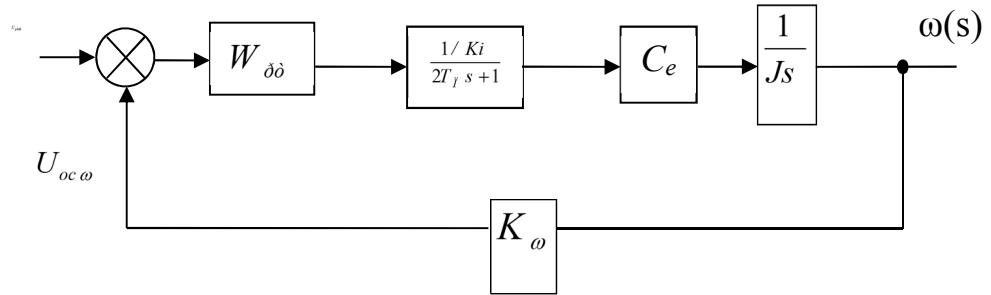
Рассчитать передаточную функцию регулятора контура скорости при настройке его на модульный оптимум. Параметры элементов схемы имеют следующие численные значения: $K_i = 2$; $T_a = 5 \text{ мс}$; $T_I = 0,2 \text{ мс}$; $R_a = 0,67 \text{ Ом}$; $K_I = 2,4$; $K_a = 20$; $K_\omega = 0,012 \frac{\hat{A} \cdot \tilde{n}}{\delta \hat{a} \hat{a}}$;

$J = 6 \cdot 10^{-5} \hat{e} \hat{a} \cdot \hat{i}^2$.

Варианты ответа:

- 1) 2;
- 2) 10/s;
- 3) 15;
- 4) $\frac{2s+1}{s}$.

Задание 7



С помощью метода подчиненного регулирования осуществить настройку данного контура на модульный оптимум. Передаточная функция регулятора скорости при этом будет иметь вид:

- 1) $\frac{JK_i}{C_e K_{\omega}}$;
- 2) $\frac{C_e s + 1}{s}$;
- 3) $\frac{C_e s}{JK_{\omega}}$;
- 4) $\frac{K_i}{K_{\omega}}$.

Задание 8

Коэффициент передачи ЦАП:

Варианты ответа:

- 1) $\frac{U_{\ddot{u}}}{2^n - 1}$;
- 2) $\frac{2^n - 1}{\varphi_{с\ max}}$;
- 3) $\frac{U_{\ddot{u}}}{\varphi_{с\ max}}$;
- 4) $2^n + 1$.

Задание 9

Для расчета коэффициента передачи АЦП используется формула:

Варианты ответа:

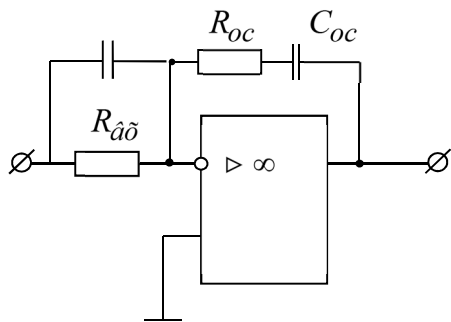
1) $\frac{U_{\tilde{u}}}{2^n - 1}$;

2) $\frac{2^n - 1}{\varphi_{c \max}}$;

3) $\frac{U_{\tilde{u}}}{\varphi_{c \max}}$;

4) $2^n + 1$.

Задание 10



Составить передаточную функцию регулятора.

Варианты ответа:

1) $\frac{U_{\tilde{u}}}{2^n - 1}$;

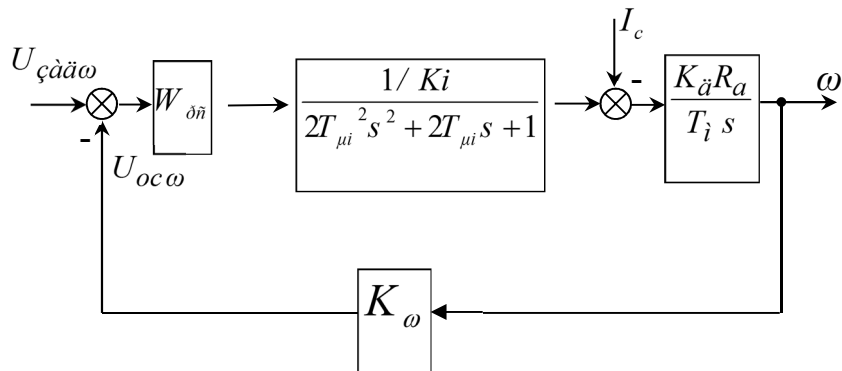
2) $\frac{2^n - 1}{\varphi_{c \max}}$;

3) $K_I + \overset{\circ}{O}_A s + \frac{1}{\overset{\circ}{O}_E s}$;

4) $2^n + 1$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание 1



Определить установившееся значение скорости электропривода при подаче на вход задающего напряжения, равного 10В.

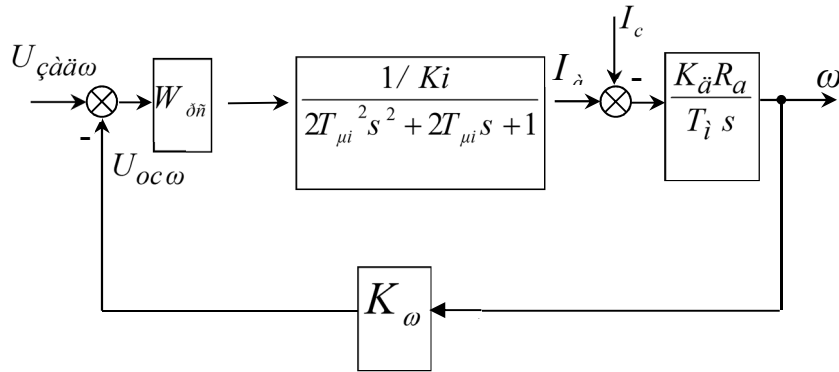
$$K_i = 2; T_a = 5 \text{ мс}; T_{\mu} = 0,2 \text{ мс}; R_a = 0,67 \text{ Ом}; K_i = 2,4; K_a = 20; K_{\omega} = 0,012 \frac{\hat{A} \cdot \ddot{n}}{\delta \ddot{a}}$$

$$J = 6 \cdot 10^{-5} \hat{e} \ddot{a} \cdot i^2, W_{\delta \ddot{n}} = 2, I_c = 0.$$

Варианты ответа:

- 1) 314 рад/с;
- 2) 200 рад/с;
- 3) 628 рад/с;
- 4) 0 рад/с.

Задание 2



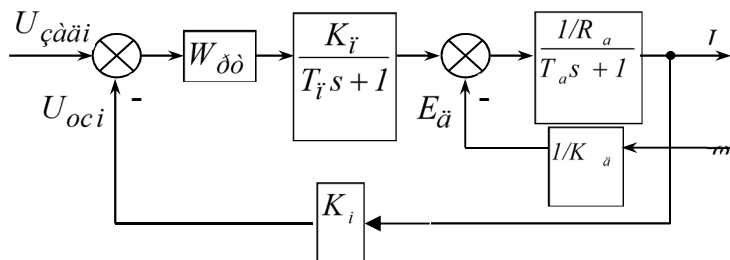
Определить установившееся значение тока якоря при токе нагрузки $I_c = 1\text{А}$ и

$U_{\text{çää}\omega} = 10\text{В}$. Параметры схемы: $K_i = 2$; $T_a = 5\text{мс}$; $T_\mu = 0,2\text{мс}$; $R_a = 0,67\text{Ом}$; $K_I = 2,4$; $K_a = 20$; $K_\omega = 0,012 \frac{\text{В} \cdot \tilde{n}}{\text{рад/с}}$; $J = 6 \cdot 10^{-5} \text{кг} \cdot \text{м}^2$, $W_{\text{өн}} = 2$.

Варианты ответа:

- 1) 1 А;
- 2) 0 А;
- 3) 2 А;
- 4) 1,5 А.

Задание 3



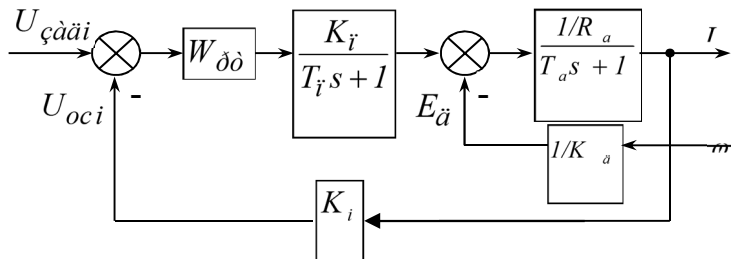
Рассчитать передаточную функцию регулятора тока $W_{\text{до}}$ при настройке контура на модульный оптимум. Обратную связь по ЭДС не учитывать. Параметры элементов контура: $K_i = 2$; $T_a = 5\text{мс}$; $T_I = 0,2\text{мс}$; $R_a = 0,67\text{Ом}$; $K_I = 2,4$; $K_a = 20$.

Выбрать правильный ответ:

- 1) 20;

- 2) $2+4/S$;
- 3) $1,74+349/S$;
- 4) $3/S$.

Задание 4

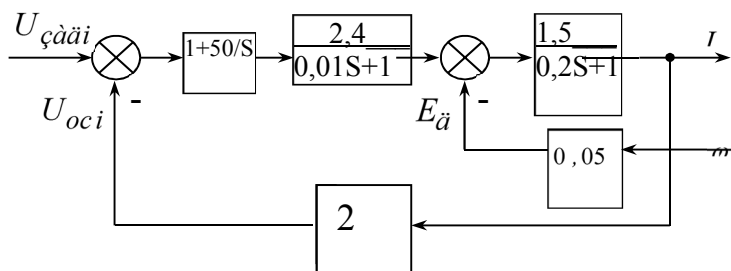


Определить передаточную функцию регулятора тока при заданных параметрах. Контур тока настроен на модульный оптимум.

Варианты ответа:

- 1) $\frac{R_a T_a}{2T_I K_I K_i} + \frac{R_a}{2T_I S K_I K_i} \cdot \frac{I}{S}$;
- 2) $\frac{1}{K_i S}$;
- 3) $\frac{K_I K_i S}{T_I} + 1$;
- 4) $\frac{1}{K_i}$.

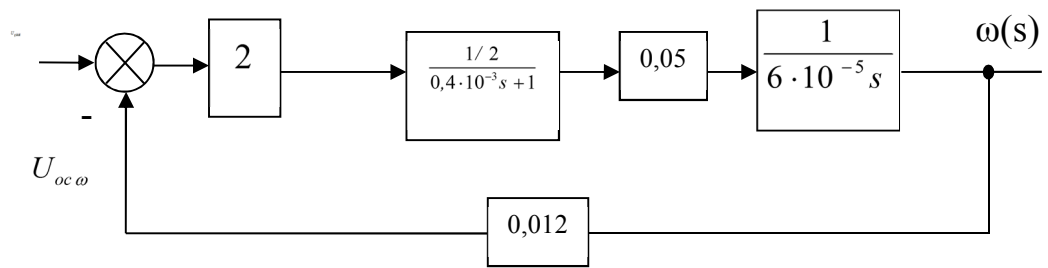
Задание 5



При подаче на вход контура тока единичного скачкообразного воздействия установившаяся ошибка будет равна:

- 1) 0;
- 2) 0,5;
- 3) 1;
- 4) 4,2.

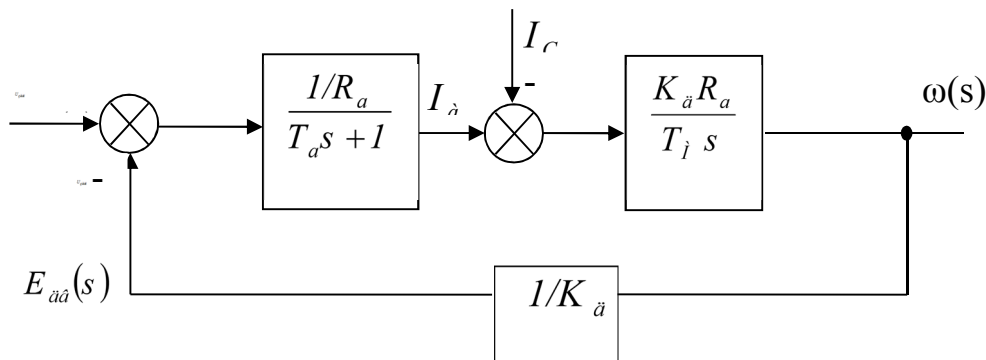
Задание 6



При подаче на вход системы скачкообразного воздействия $U_{\text{зад } \omega} = 10 \text{ A}$ на выходе сумматора будет сигнал, равный:

- 1) 5В;
- 2) 0В;
- 3) 1,5 В;
- 4) 4В.

Задание 7

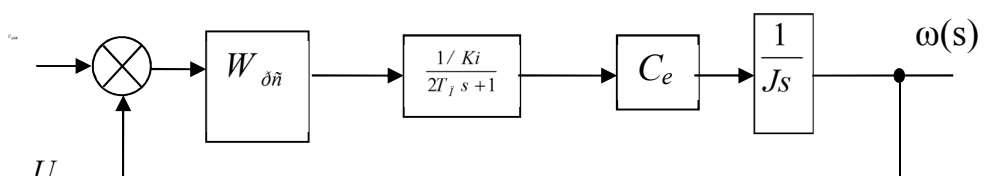


Составить передаточную функцию по управляющему воздействию для двигателя постоянного тока структурной схемы, которая изображена на рисунке.

Варианты ответа:

- 1) $\frac{K_a R_a}{T_i s}$;
- 2) $1/K_a$;
- 3) $\frac{K_a R_a (T_a s + 1)}{T_a T_i s^2 + T_i s + 1}$;
- 4) $\frac{K_a}{T_a T_i s^2 + T_i s + 1}$.

Задание 8



Составить передаточную функцию по возмущающему воздействию для двигателя постоянного тока структурной схемы, которая изображена на рисунке.

Варианты ответа:

1) $\frac{K_a R_a}{T_i s}$;

2) $1/K_a$;

3) $-\frac{K_a R_a (T_a s + 1)}{T_a T_i s^2 + T_i s + 1}$;

4) $\frac{K_a}{T_a T_i s^2 + T_i s + 1}$.

Задание 9

Осуществить расчет коэффициента передачи ЦАП, если $U_{\text{нр}} = 10 \hat{A}$, а $n_{\text{дв}} = 4$

- 1) 2;
- 2) 0,67;
- 3) 1;
- 4) 0,5.

Задание 10

Осуществить расчет коэффициента передачи АЦП, если $\varphi_{\text{н max}} = 0,5$, а $n_{\text{дв}} = 4$.

Варианты ответа:

- 1) 16;
- 2) 15;
- 3) 30;
- 4) 1.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Понятие о системах управления электроприводов.
2. Классификация систем управления электроприводов.
3. Показатели качества управления электроприводов.
4. Понятие цифровой системы управления электропривода.
5. Расчетные модели цифровой системы управления с учетом дискретности по уровню.
6. Выбор расчетной модели аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя по уровню искажения полезного сигнала при его квантовании.

7. Схема цифрового контура электропривода.
8. Математическое описание цифровой системы управления на основе теории импульсных систем.
9. Структурная схема и дискретная передаточная функция для цифрового контура регулирования координаты электропривода.
10. Определение дискретной передаточной функции цифрового регулятора.
11. Условия реализуемости желаемой динамики цифрового контура регулирования электропривода.
12. Синтез цифрового контура регулирования в соответствии с уравнением реализуемости.
13. Преимущества вентильного двигателя по сравнению с коллекторным двигателем постоянного тока.
14. Схема включения вентильного двигателя на основе трехфазной синхронной машины с постоянным магнитом.
15. Процесс коммутации ключей в схеме вентильного двигателя.
16. Конструкция оптического датчика положения ротора двигателя.
17. Диаграммы сигналов на выходе датчика и сформированных распределителем импульсов управляющих сигналов.
18. Состав силовой цепи вентильного двигателя.
19. Функциональная схема системы управления вентильного электропривода с контурами тока и скорости.
20. Режимы работы коммутатора. Схема релейного регулятора тока.
21. Алгоритм работы релейного регулятора тока.
22. Структурная схема двухконтурного электропривода с вентильным двигателем.
23. Электрическая схема системы тиристорный возбудитель – генератор – двигатель.
24. Настройка контура тока в системе тиристорный возбудитель – генератор – двигатель.
25. Настройка контура ЭДС в системе тиристорный возбудитель – генератор – двигатель.
26. Системы с косвенным регулированием координат электропривода и с прямым векторным управлением. Основные допущения при математическом описании электромагнитных процессов в АД.
27. Векторные диаграммы с опорным вектором основного потокосцепления и потокосцепления ротора.
28. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений статора и ротора при управлении по вектору потокосцепления ротора.
29. Функциональная схема системы Transvektor регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора двигателя.
30. Определение проекций векторов напряжений, токов, потокосцеплений на оси неподвижной и вращающейся систем координат.
31. Структурная схема системы регулирования скорости АД с управлением по вектору потокосцепления ротора.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 5 баллами, задача оценивается в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Постановка задач анализа и синтеза СУЭП	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
2	Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
3	Системы модального управления электроприводами	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
4	Системы управления с подчиненным регулированием координат	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы

5	Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
6	Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
7	Системы управления положением электроприводов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
8	Теоретические основы построения цифровых систем управления электроприводов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
9	Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
10	Система управляемый преобразователь –двигатель	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы
11	Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита выполненной курсовой работы

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

При проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении разделов теоретического материала необходимо использовать учебники:

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Анучин А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 373 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/33232.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для

студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М: Издательский центр “Академия”, 2006. – 304 с.

3. Муконин, А. К. Основы теории электроприводов : учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021.

— 170 с. — ISBN 978-5-4497-1136-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/108321.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Медведев, В. А. Системы управления электроприводами промышленных роботов : учебное пособие / В. А. Медведев. — Москва : Ай Пи Ар Медиа,

2021. — 193 с. — ISBN 978-5-4497-1205-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108371.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Греков Э.Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Греков Э.Л., Фатеев В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30057.html>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Симаков, Г. М. Специальные разделы теории электропривода : учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. П. Филюшов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 124 с. — ISBN 978-5-7782-4074-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98739.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода : учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 147 с. — ISBN 978-5-7782-3866-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99358.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Медведев, Владимир Алексеевич. Системы управления электроприводами роботов [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2019. - 193 с. : ил. : табл. - Библиогр.: с. 187-190 (31 назв.). - ISBN 978-5-7731-0733-0 : 350 экз.

При подготовке к практическим занятиям и выполнении курсовой работы следует использовать учебные пособия и учебник:

1. Романов А.В. Элементы расчета систем управления электроприводом: практикум: учеб. пособие / А.В. Романов. – Воронеж: ВГТУ, 2011. – 153 с.
2. Трубецкой В.А. Проектирование исполнительных систем роботов: учеб. пособие / В.А. Трубецкой, В.А. Медведев, С.С. Ревнёв. – Воронеж: ВГТУ, 2018. – 98 с.
3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 272 с.

При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания и лабораторные практикумы:

1. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1,
- 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 29 с.
2. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 3,

4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 30 с.

3. Медведев В.А. Системы управления электроприводами: лабораторный практикум: учеб. пособие / В.А. Медведев, В.А. Трубецкой. Воронеж: ВГТУ, 2017. – 101 с.

4. Медведев В.А. Системы автоматического управления электроприводами: лабораторный практикум: учеб. пособие / В.А. Медведев, А.В. Романов. Воронеж: ВГТУ, 2017. – 100 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике
Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
2. Электротехнический портал
<http://электротехнический-портал.рф/>

3. Силовая электроника для любителей и профессионалов

Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>

4. Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

5. Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека WWER

Адрес ресурса: <http://lib.wwer.ru>

14. Единая система конструкторской документации.

Адрес ресурса: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoj_dokumentatsii/

/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. Специализированная учебная лаборатория для проведения лабораторного практикума.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы систем управления электроприводами» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета систем управления электроприводами постоянного и переменного тока. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков

	<p>самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой, зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>