

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Микропроцессорные средства в электроприводе»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроприводы и системы управления электроприводов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Воронеж 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для разработки, проектирования и реализации современных систем электропривода на основе микропроцессорных средств, а также для выполнения проектов в соответствии с профессиональной компетенцией. Обеспечение подготовки студентов к деятельности в области анализа, выбора и синтеза комплексно-автоматизированных систем современного автоматизированного электропривода. Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов способности анализировать автоматизируемый технологический процесс как объект управления, способностей проводить сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления автоматизированного электропривода (АЭП), обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования, разрабатывать аппаратные и программные средства и системы автоматизации и управления АЭП; готовности эксплуатировать технологическое оборудование электроэнергетической и электротехнической промышленности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение архитектуры и принципов работы, функционального состава, характеристик и способов применения микропроцессорных средств, применяемых в системах электропривода;
- освоение методов проектирования и моделирования микропроцессорных систем управления электроприводом;
- развитие умений по выбору, настройке и интеграции аппаратных и программных средств для автоматизации и управления электроприводом.
- усвоение функционально-структурного подхода к синтезу систем комплексной автоматизации на базе микропроцессорных систем;
- изучение методов анализа и выбора соответствующего схемотехнического исполнения системы управления;
- приобретение навыков разработки функциональных и принципиальных схем средств управления АЭП;
- выработка навыков наладки аппаратной части автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности и отладки программного обеспечения микропроцессорных средств автоматизации и управления АЭП.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Микропроцессорные средства в электроприводе» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Микропроцессорные средства в электроприводе» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен разрабатывать и реализовывать проекты системы электропривода

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода, правила разработки проектов системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения
	Владеть: навыками применять систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода, выбирать оборудование для системы электропривода

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Микропроцессорные средства в электроприводе» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

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
1	Принципы управления в микропроцессорных системах комплексной автоматизации и их структуры	Архитектуры иерархических микропроцессорных систем комплексной автоматизации. Принципы централизованного и децентрализованного управления в микропроцессорных системах.	4	4	4	18	30
2	Шины и шинные интерфейсы микропроцессорных систем	Требования к интерфейсам, используемых в системах комплексной автоматизации. Достоинства и недостатки последовательных интерфейсов.	4	4	4	18	30
3	Запоминающие устройства микропроцессорных систем	Структура и принцип действия постоянных и оперативных запоминающих устройств. ROM(M), PROM, EPROM, EEPROM, флэш-память. ПЛИС на основе PROM. Статические и динамические ОЗУ	4	4	4	18	30
4	Микроконтроллеры и микропроцессоры систем комплексной автоматизации	Типовая схема микроконтроллера и функции узлов. Разновидности портов в различных семействах МК. Память данных, память программ. Организация адресного пространства. Система команд и способы адресации операндов особенности обращения к регистрам.	4	4	4	18	30
5	Модули ввода-вывода микропроцессорных систем комплексной автоматизации	Блоки ввода-вывода дискретных, аналоговых, частотных и фазовых сигналов. Параметры сигналов, требования стандартов, дополнительные возможности. Стандартизация уровней дискретных сигналов. АЦП и ЦАП.	4	4	4	18	30
6	Основные семейства 8-разрядных микроконтроллеров систем комплексной автоматизации	Микроконтроллеры семейств MCS- 51 фирмы Intel, AVR фирмы Atmel, семейства PIC фирмы Microchip и их развитие. Блоки и устройства микроконтроллеров, их достоинства и недостатки. 16- разрядные и 32разрядные мик-	4	4	4	18	30

		роконтроллеры.					
		Итого	24	24	24	108	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Формирование алгоритмов управления в реальном времени.
2. Исследование системы управления исполнительного уровня на микроконтроллерах.
3. Управление вводом и преобразованием аналоговых сигналов в МК-системах.
4. Наладка и исследование системы управления шаговым электродвигателем с аналоговым задатчиком скорости.
5. Исследование обмена данными в двухконтроллерной СУ (МК и программатор JTAG).
6. Итоговое занятие

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Двухуровневая микроконтроллерная система управления на базе микросхем»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- разработка и функциональное представление микроконтроллерной системы управления;
- составление структурной и принципиальной схемы;
- выбор устройства согласования с двигателями исполнительной системы и датчиковыми системами.

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-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода, правила	Высокая адаптивность навыков моделирования элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	разработки проектов системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода			
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения	Полнота знания и последовательности сбора материалов для проектирования автоматизированной системы управления	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками применять систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода, выбирать оборудование для системы электропривода	Степень самостоятельности при проведении анализа материалов для проектирования и формирование документации	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 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода, правила разработки проектов системы электропривода, типовые проектные решения системы электропривода	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками применять систему автоматизированного проектирования и программу,	Решение прикладных задач в кон-	Задачи решены в полном	Продemonстрирован верный ход решения	Продemonстрирован верный ход ре-	Задачи не решены

	используемую для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода, выбирать оборудование для системы электропривода	кредитной предметной области	объеме и получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	шения в большинстве задач	
--	--	------------------------------	---------------------------------	--	---------------------------	--

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 два правильных ответа.

Целями комплексной автоматизация производственных процессов являются:

- 1) сокращение численности обслуживающего персонала;
- 2) уменьшение объемов выпускаемой продукции;
- 3) увеличение объемов выпускаемой продукции;
- 4) увеличение расходов сырья.

Задание 2

Отметьте правильный ответ.

Под системой обработки данных, основанной на использовании микропроцессорной техники и связанной с управлением теми или иными объектами (предприятиями, организациями, технологическими процессами) понимается:

- 1) автоматическая система управления (САУ);
- 2) автоматическая система жесткого управления (САЖУ).
- 3) автоматизированная система обработки информации и управления (АСОИУ);
- 4) автоматическая система контроля (САК).

Задание 3

Отметьте правильные ответы.

Какие функции выполняет арифметическо-логическое устройство?

- 1) управления микропроцессором;
- 2) прерывания;
- 3) вычисления;
- 4) сдвиговые операции.

Задание 4

Отметьте правильный ответ.

Какой регистр микропроцессора отвечает за очередность выполнения команд?

- 1) регистр состояния;
- 2) регистр адреса памяти;
- 3) регистр команд;
- 4) счетчик команд.

Задание 5

Отметьте правильный ответ

Для чего предназначен аккумулятор микропроцессора?

- 1) для хранения программы;
- 2) для пересылки данных;
- 3) для хранения результатов вычислений АЛУ;
- 4) для отладки программы.

Задание 6

Отметьте правильный ответ

Какие типы запоминающих устройств Вам известны?

- 1) организационные;
- 2) оперативные;
- 3) табличные;
- 4) экземплярные.

Задание 7

Отметьте правильные ответы

Какие режимы работы запоминающего устройства Вам известны?

- 1) запись;
- 2) прерывание;
- 3) хранение;
- 4) чтение.

Задание 8

Отметьте правильный ответ

Какие из перечисленных типов устройств относятся к устройствам ввода-вывода?

- 1) регистры общего назначения;
- 2) специальные регистры;
- 3) универсальный асинхронный приемо-передатчик
- 4) параллельный интерфейс.

Задание 9

Отметьте правильный ответ

Какой элемент является основой схемы ЦАП с суммированием весовых токов?

- 1) транзистор;
- 2) позистор;
- 3) операционный усилитель;
- 4) матрица R-2R.

Задание 10

Отметьте правильные ответы

Какие элементы содержит параллельный АЦП?

- 1) компаратор;
- 2) аккумулятор;
- 3) триггер
- 4) дешифратор.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1

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 2

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 3

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.

Задание 4

Отметьте правильный ответ.

В разомкнутой системе управления отсутствует:

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

Задание 5

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 6

Отметьте правильный ответ.

Что происходит с коэффициентом усиления при отрицательной обратной связи:

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

Задание 7

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 8

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 9

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 10

Отметьте правильный ответ.

Нижний уровень системы управления электроприводами:

- 1) формирует статические, динамические, точностные характеристики элек-

тропровода;

- 2) формирует задающие воздействия на электроприводы;
- 3) обеспечивает согласованную работу нескольких электроприводов;
- 4) обеспечивает интеллектуальное управление технологической установкой.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание № 1

Для замкнутой системы автоматического регулирования скорости станка с ЧПУ с отдельными отсечками по скорости и току определить угловые скорости ω_1 , ω_2 двигателя при номинальном моменте для двух значений задающего воздействия $U_{з1} = 5$ В и $U_{з1} = 10$ В.

Исходные данные для расчёта.

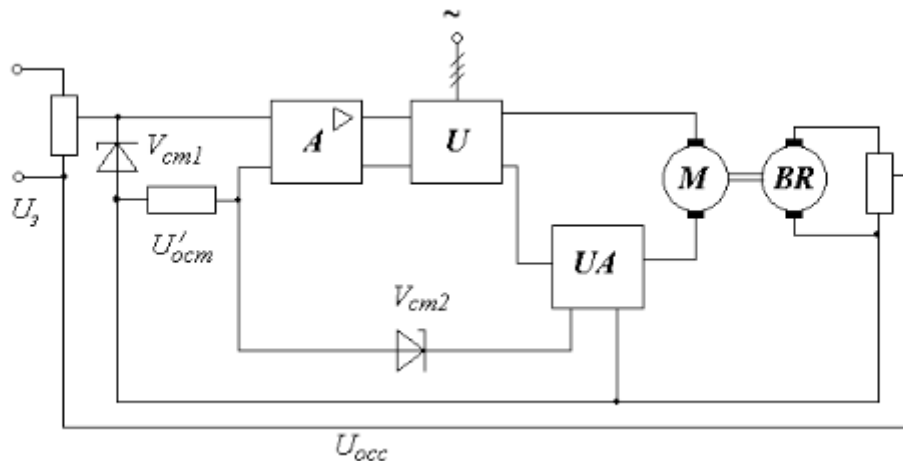
Двигатель ПБСТ-22; $P_n = 0,4$ кВт; $n_n = 1000$ об/мин; $\eta_n = 70,5$ %; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 2,58$ А.

Коэффициенты передачи:

суммирующего усилителя и преобразователя $K_A = 10$, $K_{П} = 23$;

датчиков скорости и тока $K_C = 0,096$ В·с/рад, $K_T = 2,08$ Ом;

напряжения пробоя стабилитронов: $U_{ст1} = 7$ В; $U_{ст2} = 8$ В.



Варианты ответов:

- 1) $\omega_1 = 196,3$ рад/с; $\omega_2 = 143,7$ рад/с;
- 2) $\omega_1 = 76,8$ рад/с; $\omega_2 = 35,9$ рад/с;
- 3) $\omega_1 = 96,3$ рад/с; $\omega_2 = 43,7$ рад/с;
- 4) $\omega_1 = 91,5$ рад/с; $\omega_2 = 39,8$ рад/с.

Задание № 2

Для замкнутой системы автоматического регулирования скорости электропривода крана в металлургическом цехе, функциональная схема которой приведена на рисунке, получить значения сигналов обратной связи по напряжению и по току при номинальном моменте для двух значений управляющего сигнала $U_{з1}$, $U_{з2}$.

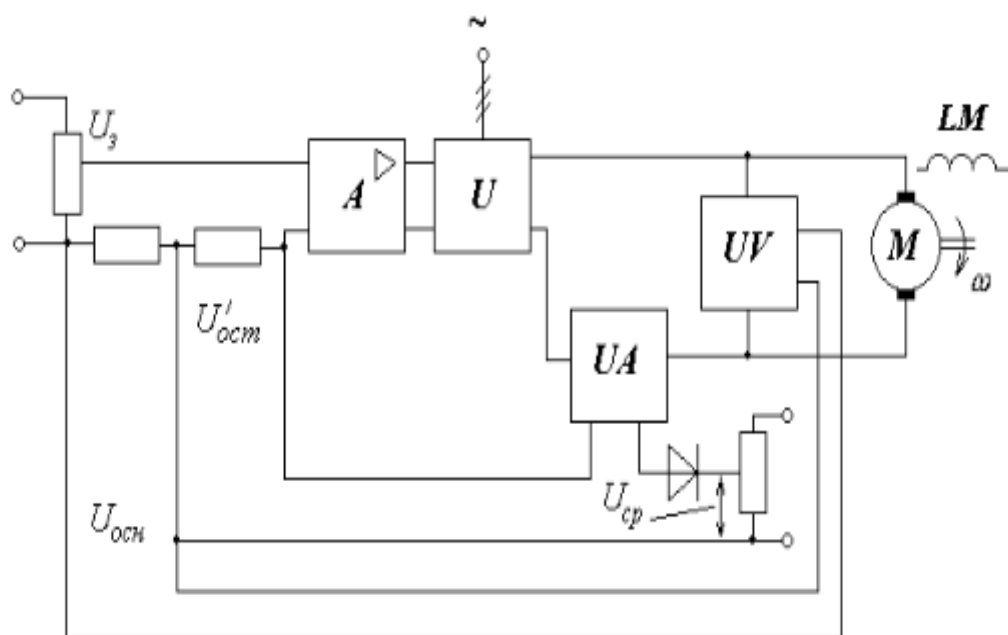
Исходные данные для расчёта (связь по току отрицательная):

Двигатель ДП-42; $P_n = 23$ кВт; $n_n = 600$ об/мин; $\eta_n = 83,6$ %; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 125$ А.

Коэффициенты передачи:

суммирующего усилителя $K_A = 10$;

преобразователя $K_{П} = 23$;



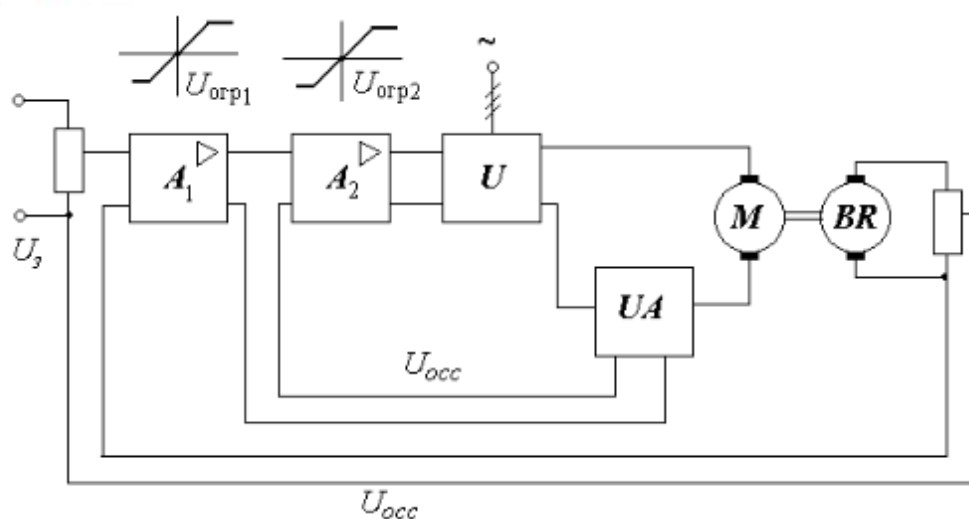
датчика напряжения $K_H = 0,043$;
 датчика тока $K_T = 0,07$ Ом;
 напряжение сравнения $U_{cp} = 8$ В;
 $U_{z1} = 8$ В; $U_{z2} = 10$ В.

Варианты ответов:

- 1) $U_{ост1} = 5,72$ В, $U'_{ост1} = 3,91$ В, $U_{ост1} = 7,53$ В, $U'_{ост1} = 2,24$ В;
- 2) $U_{ост1} = 3,79$ В, $U'_{ост1} = 2,81$ В, $U_{ост1} = 4,73$ В, $U'_{ост1} = 3,52$ В;
- 3) $U_{ост1} = 2,69$ В, $U'_{ост1} = 1,91$ В, $U_{ост1} = 3,76$ В, $U'_{ост1} = 3,22$ В;
- 4) $U_{ост1} = 6,73$ В, $U'_{ост1} = 5,85$ В, $U_{ост1} = 7,53$ В, $U'_{ост1} = 3,62$ В.

Задание № 3

Для системы автоматического регулирования скорости станка с ЧПУ с отрицательной обратной связью по скорости и положительной по току определить выходные сигналы усилителей A_1 , A_2 при номинальном моменте для двух значений задающего сигнала.



Исходные данные для расчёта.

Двигатель ПБСТ-22; $P_n = 0,4$ кВт; $n_n = 1000$ об/мин; $\eta_n = 70,5\%$; $U_n = 220$ В; $I_{ан} = 2,58$ А.
 Коэффициенты передачи:

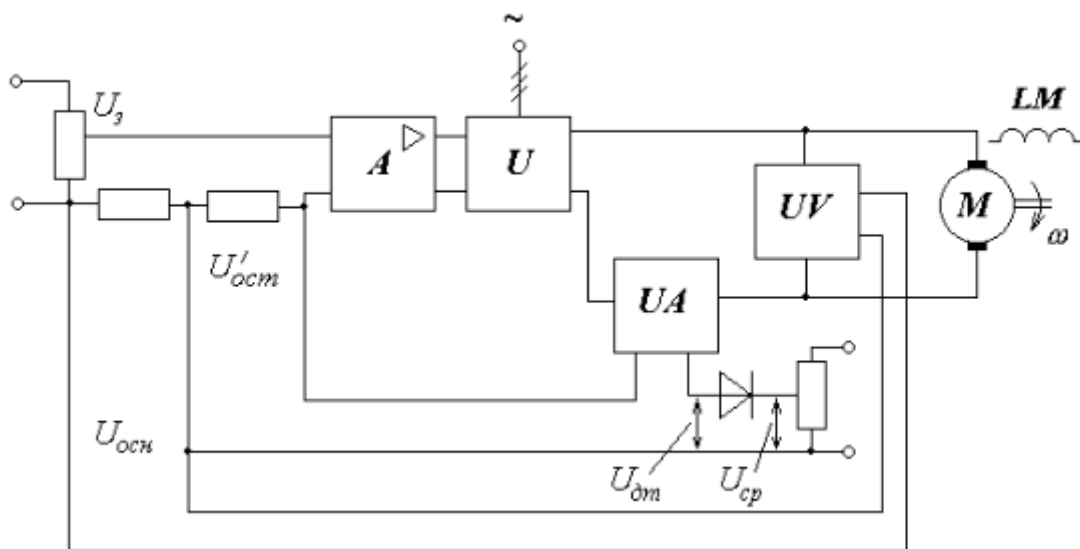
суммирующих усилителей $K_{A1} = 5$; $K_{A2} = 0,8$; $U_{\text{отр1}} = 10$ В; $U_{\text{отр2}} = 8$ В;
 преобразователя $K_{\Pi} = 23$;
 датчика тока $K_T = 2,08$ Ом;
 датчика скорости $K_C = 0,096$ В·с/рад;
 $U_{\pi 1} = 10$ В; $U_{\pi 2} = 3$ В.

Варианты ответов:

- 1) $U_{A11} = 8,5$ В, $U_{A12} = 2,82$ В, $U_{A21} = 4,36$ В, $U_{A22} = 1,63$ В;
- 2) $U_{A11} = 9,6$ В, $U_{A12} = 3,12$ В, $U_{A21} = 6,32$ В, $U_{A22} = 2,12$ В;
- 3) $U_{A11} = 10$ В, $U_{A12} = 3,02$ В, $U_{A21} = 5,37$ В, $U_{A22} = 1,61$ В;
- 4) $U_{A11} = 6,2$ В, $U_{A12} = 2,02$ В, $U_{A21} = 4,07$ В, $U_{A22} = 1,75$ В.

Задание № 4

Для системы автоматического регулирования скорости электропривода экскаватора с отрицательной обратной связью по напряжению и задержанной обратной связью по току определить в режиме стопорения напряжение сравнения в цепи обратной связи по току и значение коэффициента обратной связи по току.



Исходные данные для расчёта.

Двигатель ДП-42; $P_n = 23$ кВт; $n_n = 600$ об/мин; $\eta_n = 83,6$ %; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 125$ А.

Коэффициенты передачи:

суммирующего усилителя $K_A = 10$;

преобразователя $K_{\Pi} = 23$;

датчика напряжения $K_H = 0,043$;

напряжение задания $U_z = 10$ В;

ток стопорения $I_{ст} = 280$ А; $I_{отс} = 224$ А.

Варианты ответов:

- 1) $U_{сп} = 9,6$ В, $K_T = 0,72$ Ом;
- 2) $U_{сп} = 3,6$ В, $K_T = 0,67$ Ом;
- 3) $U_{сп} = 14,6$ В, $K_T = 0,87$ Ом;
- 4) $U_{сп} = 19,6$ В, $K_T = 0,071$ Ом.

Задание № 5

Для системы автоматического регулирования скорости прокатного стана с отрицательной обратной связью по ЭДС и положительной обратной связью по току определить сигналы обратной связи по ЭДС и по току в номинальном режиме для двух значений задающего напряжения.

Исходные данные для расчёта.

Двигатель П111; $P_{\text{н}} = 100$ кВт; $n_{\text{н}} = 1450$ об/мин; $\eta_{\text{н}} = 90,5$ %; $U_{\text{н}} = 220$ В; $I_{\text{н}} = 511$ А.

Коэффициенты передачи:

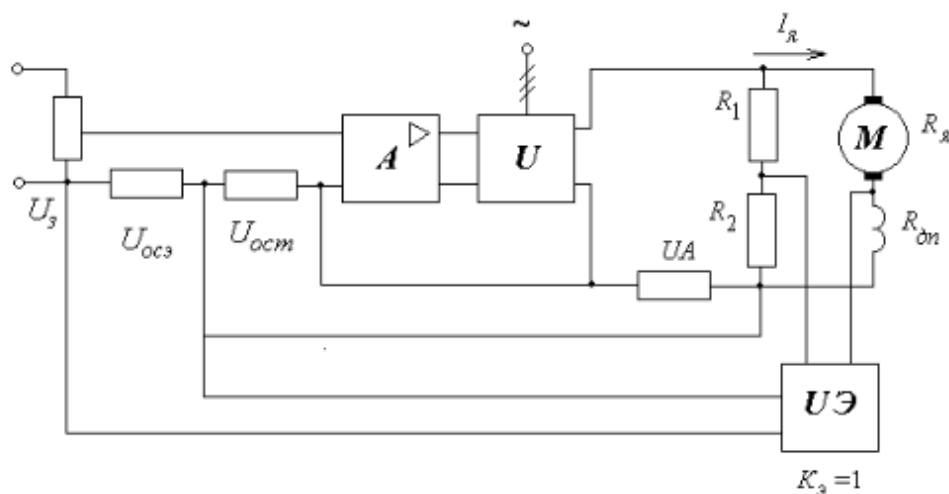
суммирующего усилителя $K_A = 10$:

преобразователя $K_{\Pi} = 23$:

датчика тока $K_T = 0,022 \text{ Ом}$:

$$R_1 = 9,1 \text{ kOM}; R_2 = 510 \text{ OM}; R_{\text{III}} = 0,005 \text{ OM}.$$

напряжения задания $U_{31} = 8 \text{ В}$; $U_{32} = 4 \text{ В}$.

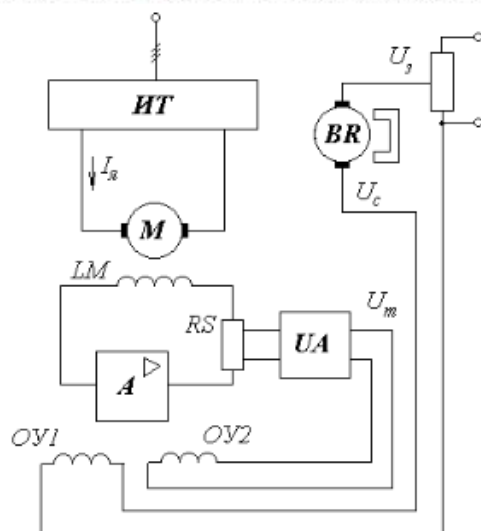


Варианты ответов:

- 1) $U_{oc\pi 1} = 9,13 \text{ В}$ $U_{oc\pi 1} = 9,01 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 4,57 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 4,55 \text{ В}$;
- 2) $U_{oc\pi 1} = 5,6 \text{ В}$ $U_{oc\pi 1} = 11,21 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 2,87 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 5,55 \text{ В}$;
- 3) $U_{oc\pi 1} = 4,83 \text{ В}$ $U_{oc\pi 1} = 8,52 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 2,41 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 4,26 \text{ В}$;
- 4) $U_{oc\pi 1} = 6,86 \text{ В}$ $U_{oc\pi 1} = 5,23 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 3,44 \text{ В}$, $U_{oc\pi 2} = 2,75 \text{ В}$.

Задание № 6

Для системы автоматического регулирования скорости электропривода крана в металлургическом цехе, построенной по принципу ИТ-Д, определить значения сигналов



обратной связи по скорости и по току для двух значений задающего сигнала.

Обратные связи: по скорости отрицательная, по току возбуждения положительная; параметры обмоток управления ОУ1 и ОУ2 одинаковы.

Исходные данные для расчёта.

Двигатель ДП-42; $P_n = 23$ кВт; $\eta_n = 83,6$ %; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 125$ А; $\omega_n = 62,8$ с⁻¹; $I_{вн} = 2,4$ А; $U_{вн} = 220$ В.

Коэффициенты передачи:

суммирующего усилителя $K_A = 24$; датчика тока $K_T = 0,04$ Ом; датчика скорости $K_C = 0,15$ В·с/рад.

Напряжения задания $U_{z1} = 6$ В; $U_{z2} = 3$ В.

$$C = \frac{1}{\left(2\pi \frac{PN}{a}\right)}, \quad P = 4; \quad N = 342 \text{ витка}; \quad a = 1.$$

Варианты ответов:

- 1) $U_{c1} = 15,6$ В $U_{t1} = 8,52$ В, $U_{c2} = 8,83$ В, $U_{t2} = 4,27$ В;
- 2) $U_{c1} = 8,68$ В $U_{t1} = 7,83$ В, $U_{c2} = 4,32$ В, $U_{t2} = 3,96$ В;
- 3) $U_{c1} = 9,66$ В $U_{t1} = 6,58$ В, $U_{c2} = 4,33$ В, $U_{t2} = 3,25$ В;
- 4) $U_{c1} = 5,66$ В $U_{t1} = 5,58$ В, $U_{c2} = 2,83$ В, $U_{t2} = 2,29$ В.

Задание № 7

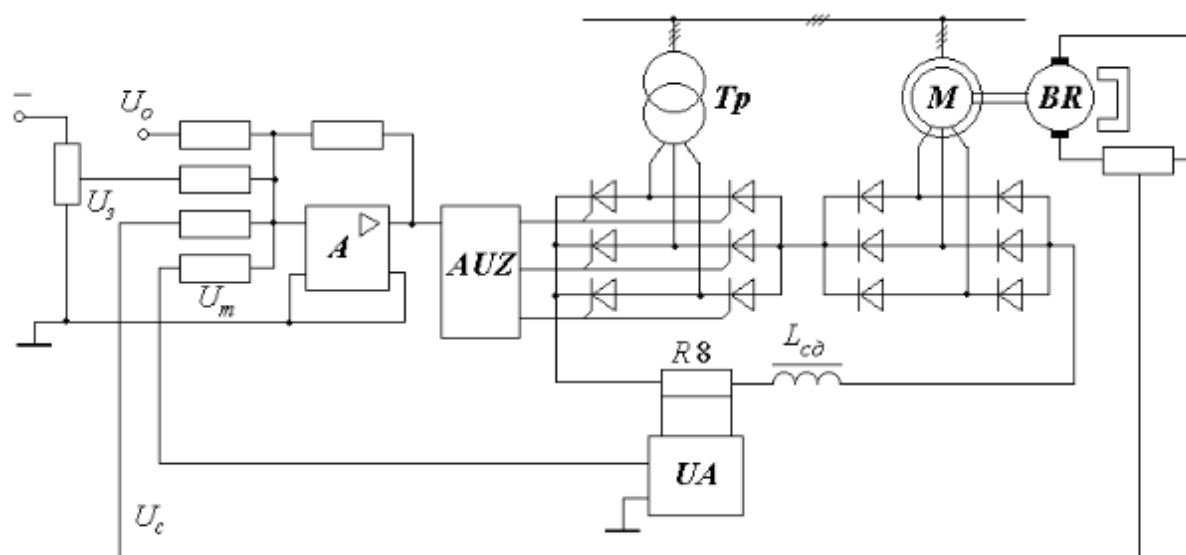
Для замкнутой системы автоматического регулирования скорости асинхронного двигателя крана с АВК определить в номинальном режиме значения сигналов обратной связи по скорости и по току для двух значений сигнала управления U_{z1} , U_{z2} .

Исходные данные для расчёта (связь по току положительная):

Двигатель МТ-73-10-42; $P_n = 125$ кВт; $U_n = 380$ В; $\omega_n = 61,3$ рад/с; $R_1 = 0,0151$ Ом; $X_1 = 0,0731$ Ом; $E_{pn} = 442$ В; $R_2 = 0,0337$ Ом; $X_2 = 0,098$ Ом; $X_{сд} = 0,01$ Ом; $R_{сд} = 0$; $I_{pn} = 175$ А; $U_0 = 10$ В.

Коэффициент обратной связи по скорости и току $K_C = 0,15$ В·с/рад, $K_T = 0,057$ Ом.

$K_A = 10$; $U_{z1} = 10$ В; $U_{z2} = 1$ В.

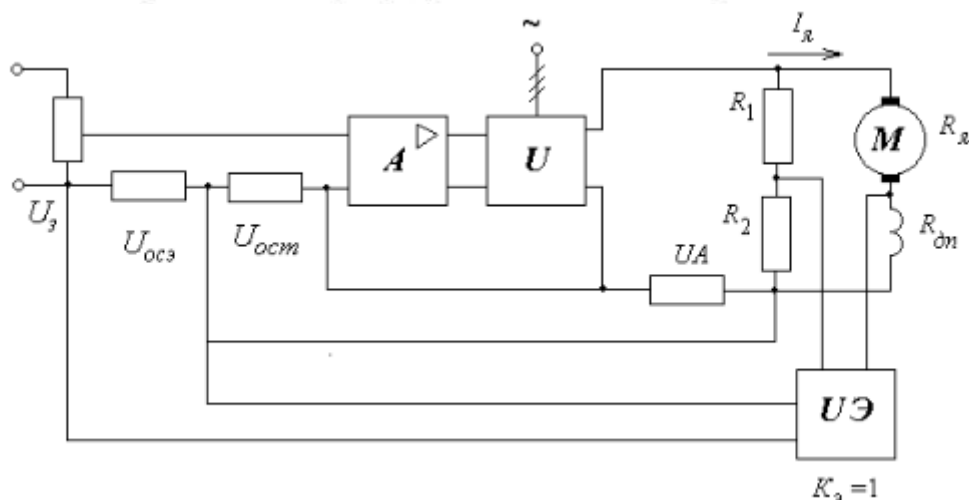


Варианты ответов:

- 1) $U_{c1} = 4,25$ В $U_{t1} = 8,58$ В, $U_{c2} = 0,48$ В, $U_{t2} = 0,82$ В;
- 2) $U_{c1} = 6,08$ В $U_{t1} = 7,83$ В, $U_{c2} = 0,68$ В, $U_{t2} = 0,76$ В;
- 3) $U_{c1} = 9,20$ В $U_{t1} = 9,98$ В, $U_{c2} = 0,94$ В, $U_{t2} = 1,02$ В;
- 4) $U_{c1} = 7,82$ В $U_{t1} = 6,94$ В, $U_{c2} = 0,74$ В, $U_{t2} = 0,65$ В.

Задание № 8

Для замкнутой системы автоматического регулирования скорости прокатного стана с отрицательной обратной связью по ЭДС и положительной обратной связью по току определить значение коэффициентов передачи обратных связей K_{Σ} и K_T , чтобы статизм замкнутой системы при диапазоне регулирования $D = 100$ не превышал значения $\delta = 0,02$.



Исходные данные для расчёта.

Двигатель П111; $P_n = 100$ кВт; $n_n = 1450$ об/мин; $\eta_n = 90,5$ %; $U_n = 220$ В; $I_{нн} = 511$ А.

Коэффициенты передачи:

суммирующего усилителя $K_A = 10$;

преобразователя $K_{П} = 23$.

Сопротивление дополнительных полюсов $R_{дп} = 0,005$ Ом.

Напряжение задания $U_z = 10$ В.

Варианты ответов:

1) $K_T = 0,022$ Ом, $K_{\Sigma} = 0,0455$;

2) $K_T = 0,022$ Ом, $K_{\Sigma} = 0,0455$;

3) $K_T = 0,022$ Ом, $K_{\Sigma} = 0,0455$;

4) $K_T = 0,022$ Ом, $K_{\Sigma} = 0,0455$.

Задание № 9

Для замкнутой системы автоматического регулирования скорости обкатного стана с отрицательной обратной связью по скорости и задержанной по току определить напряжение сравнения в цепи обратной связи по току и значение коэффициента передачи этой обратной связи.

Исходные данные для расчёта.

Двигатель П143-4К; $P_n = 200$ кВт; $n_n = 400$ об/мин; $\eta_n = 91,6$ %; $U_n = 440$ В; $I_{нн} = 497$ А.

Коэффициенты передачи:

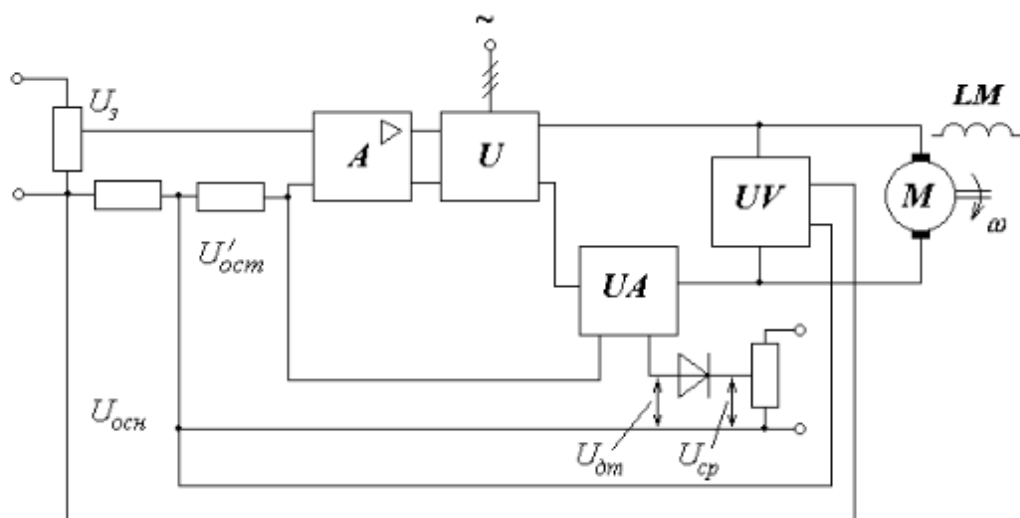
суммирующего усилителя $K_A = 10$;

преобразователя $K_{П} = 46$;

датчика скорости $K_C = 0,24$ В·с/рад;

напряжение задания $U_z = 8$ В.

ток стопорения $I_{ст} = 994$ А; $I_{отс} = 800$ А.

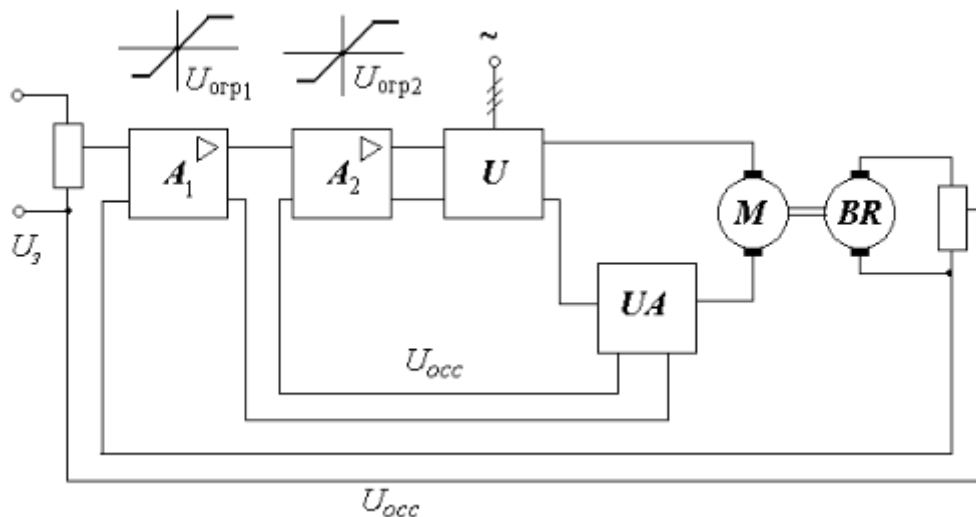


Варианты ответов:

- 1) $U_{cp} = 9,6 \text{ В}$, $K_T = 0,076 \text{ Ом}$;
- 2) $U_{cp} = 19,8 \text{ В}$, $K_T = 0,0201 \text{ Ом}$;
- 3) $U_{cp} = 14,6 \text{ В}$, $K_T = 0,068 \text{ Ом}$;
- 4) $U_{cp} = 6,6 \text{ В}$, $K_T = 0,031 \text{ Ом}$.

Задание № 10

Для системы автоматического регулирования скорости станка с ЧПУ с отрицательной обратной связью по скорости и положительной по току определить выходные сигналы усилителей A_1 , A_2 при номинальном моменте для двух значений задающего сигнала.



Исходные данные для расчёта.

Двигатель ПБСТ-32; $P_n = 1,5 \text{ кВт}$; $n_n = 2200 \text{ об/мин}$; $\eta_n = 79,5\%$; $U_n = 220 \text{ В}$; $I_{нн} = 8,6 \text{ А}$.
 Коэффициенты передачи:
 суммирующих усилителей $K_{A1} = 5$; $K_{A2} = 0,8$; $U_{орп1} = 10 \text{ В}$; $U_{орп2} = 8 \text{ В}$;
 преобразователя $K_{П} = 23$;
 датчика тока $K_T = 1,16 \text{ Ом}$;
 датчика скорости $K_C = 0,043 \text{ В·с/рад}$;
 $U_{z1} = 10 \text{ В}$; $U_{z2} = 5 \text{ В}$.

Варианты ответов:

- 1) $U_{A11} = 8,35 \text{ В}$, $U_{A12} = 4,12 \text{ В}$, $U_{A21} = 4,16 \text{ В}$, $U_{A22} = 2,03 \text{ В}$;
- 2) $U_{A11} = 10 \text{ В}$, $U_{A12} = 4,95 \text{ В}$, $U_{A21} = 5,17 \text{ В}$, $U_{A22} = 2,56 \text{ В}$;
- 3) $U_{A11} = 7,6 \text{ В}$, $U_{A12} = 3,82 \text{ В}$, $U_{A21} = 6,32 \text{ В}$, $U_{A22} = 3,17 \text{ В}$;
- 4) $U_{A11} = 6,2 \text{ В}$, $U_{A12} = 2,94 \text{ В}$, $U_{A21} = 4,57 \text{ В}$, $U_{A22} = 2,25 \text{ В}$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Современное состояние, назначение и области применения управляющих микро-ЭВМ.
 2. Архитектура микропроцессорных систем комплексной автоматизации.
 3. Принципы централизованного и децентрализованного управления в автоматизированных системах.
 4. Системы управления исполнительного и тактического уровня.
 5. Адаптивные системы управления.
 6. Системы интеллектуального управления.
 7. Организация взаимодействия микропроцессорных модулей в системе группового управления.
 8. Особенности микропроцессоров, используемых в системах управления.
 9. Организация взаимодействия микропроцессорных модулей в системе группового управления.
 10. Выбор архитектуры МК для каждого уровня иерархических АС: оценка весомости факторов.
 11. Структура программного обеспечения микропроцессорной системы управления.
 12. Понятие интерфейса.
 13. Микроконтроллеры: порты.
 14. Варианты выполнения силовых ключей.
 15. Таймеры и счетчики МК.
 16. Классификация интерфейсов последовательного обмена.
 17. Достоинства и недостатки последовательных интерфейсов в целом.
- Выбор последовательного межконтроллерного интерфейса.
18. Способы адресации в интерфейсах.
 19. Интерфейс RS-232C и COM-порт: основные сведения.
 20. Интерфейс RS-485.
 21. Интерфейсы I2C, TWI.
 22. Интерфейс SPI.
 23. Однопроводной интерфейс 1-Wire: основные сведения.
 24. Протоколы адресации и обмена данными в локальной сети на базе CAN.
 25. Протоколы адресации и обмена данными в локальной сети на базе USB.
 26. Сравнительный анализ локальных сетей на базе RS-485 и I²C.
 27. Сравнительный анализ локальных сетей на базе SPI и TWI.
 28. Достоинства и недостатки среды AVR Studio.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Принципы управления в микропроцессорных системах комплексной автоматизации и их структуры	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.
2	Шины и шинные интерфейсы микропроцессорных систем	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.
3	Запоминающие устройства микропроцессорных систем	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.
4	Микроконтроллеры и микропроцессоры систем комплексной автоматизации	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.
5	Модули ввода-вывода микропроцессорных систем комплексной автоматизации	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.
6	Основные семейства 8-разрядных микроконтроллеров систем комплексной автоматизации	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе.

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

1. Герасимов М.И. Микроконтроллеры в комплексах автоматизированных электромеханических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие. (7,95 Мб) / М.И. Герасимов. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. - 1 файл.

2. Герасимов М.И. Микропроцессорные устройства управления РТС[Электронный ресурс]: учеб. пособие Ч. 3/ М.И. Герасимов. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. - 1 файл.

3. Ефремов Д.А. Микропроцессорные устройства управления РТС[Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 1/ Д.А. Ефремов, М.И. Герасимов. – Электрон. текстовые и граф. данные (4017 Кб). - Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. - 1 файл.

4. Герасимов, М.И. Микропроцессорные устройства и управление РТС : Учеб. пособие. Ч.1 / М. И. Герасимов, Д. А. Ефремов. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 191 с.

5. Герасимов, М.И. Управляющие микроЭВМ [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. Ч.1 / М. И. Герасимов. - Электрон. текстовые, граф. дан. (5,0 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016.

6. Герасимов М.И. Исследование узлов систем управления [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учеб. пособие / М.И. Герасимов, И.А. Болдырев, А.С. Кожин. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. - 84 с.

7. Русанов, В. В. Микропроцессорные устройства и системы : учебное пособие

/ В. В. Русанов, М. Ю. Шевелёв. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 184 с. — ISBN 978-5-94154-128-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13946.html>

8. Овечкин, М. В. Электроника систем автоматического управления на основе микроконтроллеров семейства AVR : учебное пособие / М. В. Овечкин. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 113 с. — ISBN 978-5-7410-1543-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69975.html>

9. Ицкович, Э. Л. Методы рациональной автоматизации производства : учебное пособие / Э. Л. Ицкович. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2009. — 256 с. — ISBN 5-9729-0020-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/5061.html>

10. Микропроцессорные системы : учебное пособие для вузов / Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов [и др.] ; под редакцией Д. В. Пузанков. — Санкт-Петербург : Политехника, 2016. — 936 с. — ISBN 978-5-7325-1098-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/59491.html>

11. Баховцев, И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Часть 2 : учебное пособие / И. А. Баховцев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 109 с. — ISBN 978-5-7782-1360-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45111.html>

12. Третьяков, А. А. Средства автоматизации управления. Системы программирования контроллеров : учебное пособие / А. А. Третьяков, И. А. Елизаров, В. Н. Назаров. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-1731-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85973.html>

13. Колкер, А. Б. Микропроцессорные устройства автоматики : учебное пособие / А. Б. Колкер. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 74 с. — ISBN 978-5-7782-4644-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126504.html>

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

8.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Лицензионное программное обеспечение

1. Windows Professional 8.1 Single Upgrade MVL A Each Academic;
2. «MATLAB Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License);
3. Simulink Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License);

4. MathWorks SMS - Software Maintenance Service (per year)

Свободно распространяемое и бесплатное программное обеспечение

1. Adobe Acrobat Reader
2. FreeMat
3. OpenOffice
4. STDU Viewer
5. Google Chrome
6. Paint.NET

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Образовательный портал ВГТУ: <https://old.education.cchgeu.ru/>
2. Электронная библиотека ВГТУ: <https://bibl.cchgeu.ru/catalog/>
3. Электронно-библиотечная система IPR SMART:
<https://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
5. Научная электронная библиотека: www.elibrary.ru
6. Информационно -справочная система ВГТУ: <https://wiki.cchgeu.ru/>
7. Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система
<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>
8. ГОСТ Эксперт – единая база ГОСТов РФ <https://gostexpert.ru/>
9. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<https://docs.cntd.ru/>
10. НЭБ – Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
11. КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/>
12. Сайт Marketelectro Рынок электротехники- отраслевой портал: Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления <https://marketelectro.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональные компьютеры в сборе;
- лабораторные стенды.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

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

По дисциплине «Микропроцессорные средства в электроприводе» 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 микропроцессорных систем. 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; помечать 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 усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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.
Подготовка к промежуточной аттестации	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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП

Лист согласования

Автор	Романов Андрей Владимирович	Подписано	05.06.2026 12:57:27
Заведующий кафедрой	Бурковский Виктор Леонидович	Подписано	05.06.2026 13:22:28
Руководитель образовательной программы	Тонн Дмитрий Александрович	Подписано	05.06.2026 13:25:05
Декан факультета	Тикунов Алексей Владимирович	Утверждено	05.06.2026 15:34:55