Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.6 Микропроцессорная техника в исследовании и управлении энергетических комплексов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханические комплексы и их исследование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.6 Микропроцессорная техника в исследовании и управлении энергетических комплексов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "23" января 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:
должность *подпись* Е.С. Шелихов *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы *личная подпись* Э.Л. Греков *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС
личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Шелихов Е.С, 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучение принципов построения микропроцессорных систем управления (МСУ) энергетическими и электромеханическими комплексами,

Задачи:

- изучить принципы построения и функционирования МСУ электромеханических комплексов;
- изучить основные архитектуры современных микроконтроллеров;
- научить обосновывать и принимать конкретные технические решения при конструировании микропроцессорных систем управления;
- изучить приемы и алгоритмы программирования микроконтроллеров;
- изучить спецификации, физической реализации и протоколов интерфейсов связи;
- приобрести опыт практического применения специализированных программных сред разработки.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить научно-исследовательскую деятельность в области электроэнергетики и электротехники	ПК*-1-В-1 Демонстрирует навыки использования научно-технических методов решения инженерных задач	**Знать:** - основные функции и структуру современных микропроцессоров и микроконтроллеров, системы команд микропроцессоров - технологию изложения и оформления различных видов текстового, технического и иллюстративного материалов **Уметь:** - вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, - анализировать информацию и документацию по МСУ **Владеть:** - системой основных понятий, описывающих структуру, характеристики и функционирование МСУ
ПК*-4 Способен применять современное программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	ПК*-4-В-2 Использует современное программное обеспечение для создания управляющих программ микроконтроллерных систем управления	**Знать:** - структуру программного обеспечения МСУ - синтаксис языка программирования высокого уровня С++ **Уметь:** - составлять и реализовывать алгоритмы обработки данных, поступающих от датчиков энергетических и электротехнических комплексов.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		Владеть: - навыками использования современного программного обеспечения проектирования и отладки МСУ
ПК*-5 Способен проектировать микроконтроллерные системы управления электромеханическими и электротехническими комплексами	ПК*-5-В-1 Демонстрирует знание структур специализированных микроконтроллеров, сопоставляет технические характеристики микроконтроллеров с конкретными целями и задачами ПК*-5-В-2 Использует программные и аппаратные отладочные средства для разработки микроконтроллерных систем управления ПК*-5-В-3 Применяет типовые схемотехнические решения входных и выходных аналоговых и дискретных интерфейсов для разработки микроконтроллерных систем управления	**Знать:** - спецификации и протоколы компьютерных интерфейсов, промышленных информационных сетей. **Уметь:** - выбирать узлы сопряжения измеряемых электрических и неэлектрических сигналов к МСУ; - анализировать внутренние, входные и выходные сигналы МСУ. **Владеть:** - опытом проектирования МСУ для измерения и обработки входных сигналов и управления электротехническим оборудованием....

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**40,5**	**40,5**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение всех разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**103,5** +	**103,5**
Вид итогового контроля	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Микроконтроллеры	24	4	2	2	16
2	Встроенные и периферийные устройства	14	4	–	–	10
3	Z-преобразование	10	–	–	–	10
4	Сопряжение с устройствами	28	4	2	2	20
5	Компьютерные и промышленные интерфейсы	30	4	4	2	20
6	Примеры построения МСУ	38	2	4	2	30
	Итого:	144	18	12	8	106
	Всего:	144	18	12	8	106

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Микроконтроллеры

Отличие микроконтроллера от микропроцессора. Задачи микропроцессорного управления. Основные преимущества микропроцессорного управления электроприводами. Функциональная схема МСУ электроэнергетическими и электротехническими комплексами. Структурная организация микропроцессорных систем. Основные понятия и определения (процессор, память, устройства ввода-вывода, программа, команда, операнд, регистры, счетчик команд и его фазы, шины адреса, данных и управления). Основные архитектуры микропроцессоров. Основные характеристики микропроцессоров. Система команд микропроцессора. Микроконтроллеры фирм Microchip, Atmel, STM32. Архитектура, возможности, периферийные устройства. Список команд. Программирование. Среды разработки.

2 Встроенные периферийные устройства

Интерфейсы микропроцессорных систем. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Модули широтно-импульсной модуляции. Интерфейсы SPI, I2C, USART, CAN.

3 Z-преобразование

Импульсные системы. Решетчатая и импульсная функции. Z-преобразование. Передаточная функция. Разностное уравнение. Понятие цифрового фильтра. Z отображение различных типов регуляторов. Устойчивость импульсных систем. Теорема Котельникова.

4 Сопряжение с устройствами

Подключение аналоговых сигналов. Выбор частоты дискретизации, входных фильтров, разрядности. Сдвиг уровня аналоговых сигналов, масштабирование. Примеры построения датчиков тока и напряжения. Назначение. Основные требования. Гальваническая развязка и умощнение сигнала. Расчет элементов схемотехнических решений узлов сопряжения.

5 Компьютерные и промышленные интерфейсы

Спецификации, уровни сигналов, подключение, протоколы проводных интерфейсов. Уровни сигналов интерфейсов, гальваническая развязка интерфейсов, управление мощными потребителями.

6 Пример построения МСУ

Составление технического задания. Определение структуры системы управления. Составление функциональной, электрической принципиальной, монтажной схем. Особенности проектирования печатных плат цифровых систем управления. Пример построения системы измерения электрических и неэлектрических сигналов и управления электрическими аппаратами и двигателями.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1,4, 5-6	Схемы со светодиодами	2
2	1,4, 5-6	Схемы с сдвиговым регистром и индикаторами	2
3	1,4, 5-6	Схемы с светодиодными матрицами	2
4	1,4, 5-6	Схемы с LCD дисплеями	2
		Итого:	8

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Изучение структуры микроконтроллера Atmel (Arduino UNO)	2
2	4	Составление разностных уравнений, переходных характеристик цифровых фильтров	2
3	5	Реализация алгоритмов определения средних, действующих значений сигналов, активной, реактивной и полной мощностей.	2
4	6	Разработка схемы электрической принципиальной МСУ по вариантам. Расчет номиналов элементов схемы.	4
5,6	5	Разработка электрических и принципиальных схем во Fritzing	2
		Итого:	12

4.5 Курсовая работа (1 семестр)

Тема курсовой работы: «Проектирование автоматизированной системы «Умный дом»»

Цель данной работы: разработать проект многоуровневой системы автоматизации здания согласно заданному плану помещения, выбираемого в соответствии с вариантом.

Задачи:

1. Выбрать 5 объектов проектирования системы автоматизации: электроснабжение (энергопотребление, электронагрузки и т.д.), освещение, отопление, кондиционирование, вентиляция, управление отходами, охранная сигнализация, пожарная сигнализация, видеонаблюдение, доступ в помещение.

2. Провести краткий расчёт и выбор основных элементов для рассматриваемых объектов проектирования (для электроснабжения, освещения, отопления, микроклимата, альтернативных источников энергии) согласно действующим ГОСТам и стандартам.

3. Спроектировать систему автоматизации здания согласно выбранным объектам на всех уровнях.

Тема: «Проектирование микроконтроллерной системы управления и сбора данных»

1. Примерные темы:

- система управления механизмом позиционирования солнечной батареи;
- система управления станка для намотки катушек трансформатора малой мощности;
- система управления плавным пуском асинхронного двигателя на базе тиристорного регулятора напряжения;
- система управления асинхронным двигателем с фазным ротором
- система сбора данных с электропривода мостового крана;
- разработка программируемого логического контроллера;
- система сбора данных со стенда испытания асинхронного двигателя;
- система управления транзисторным преобразователем частоты;
- система сбора данных и управления ступенями фильтро-компенсирующего устройства;
- система управления двигателем постоянного тока малой мощности;
- система контроля ленточного конвейера;

- система управления транзисторным преобразователем частоты;
- система сбора данных для испытания трансформаторов;
- система сбора механических данных электроприводов манипуляторов;
- система сбора электрических данных электроприводов манипуляторов.

2. Для проектирования использовать микроконтроллерный комплект Arduino Uno. Необходимо спроектировать соединительную плату для микроконтроллера, включающую:

а) вилки типа PLS для присоединения платы Arduino;

б) источник питания AC/DC для формирования необходимых уровней питания для работы микро-контроллерной платы и датчиков;

в) индикатор работы источника питания на светодиоде;

г) для защиты от коротких замыканий предусмотреть самовосстанавливающиеся предохранители;

д) необходимые разъемы для подключения питания 220 В и всех датчиков;

е) гальванические развязки для входов и выходов;

3. На весь проект составить спецификацию.

4. Составить смету расходов на оборудование.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Шелихов, Е. С. Применение программно-аппаратных средств Arduino при разработке автоматизированных систем световой индикации и вывода информации [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Е. С. Шелихов, Э. Л. Греков, А. С. Безгин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 1. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.72 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 127 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-2288-7. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/92815_20190327.pdf Электронный источник

2. Безгин А.С. Технология проектирования печатных плат в САПР P-CAD [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / [А. С. Безгин и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1файл: 14.01 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 152 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-7410-2170-5. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/63267_20180227.pdf

3. Зубкова Т. М. Человеко-машинное взаимодействие: учеб. пособие для вузов / Т. М. Зубкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 231 с. : ил. - Библиогр.: с. 228- 230.

5.2 Дополнительная литература

1. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротех-нологии" / О. З. Попков.- 3-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2010. - 200 с. : ил. - Библиогр.: с. 196-197. - ISBN 978-5-383-00402-9.

2. Греков, Э. Л. Нелинейные и импульсные системы автоматического управления [Электронный ресурс] : метод. указания к расчет.-граф. работам / Э. Л. Греков, В. А. Сорокин. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. Режим доступа http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2078_20110830.pdf

4. Логунова О. С. Человеко-машинное взаимодействие. Теория и практика : учеб. пособие для студентов вузов / О. С. Логунова, И. М. Яшков, Е. А. Ильина . - Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. - 285 с. : ил.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 279-282.

8. Гультяев А. К. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса / А. К. Гультяев, В. А. Машин .- 2-е изд. - Санкт Петербург : Корона Принт, 2007. - 352 с. : ил.. - Библиогр.: с. 346.

5.3 Периодические издания

1 Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".
2 Радиотехника и электроника : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН.
3 Электроника: наука, технология, бизнес : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".
4 Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

https://openedu.ru/course/spbstu/CUMICR/ - Курс «Цифровые устройства и микропроцессоры». ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».
https://www.st.com/ - технические данные по микроконтроллерам фирмы STMicroelectronics.
http://arduino.ru/ - сайт, посвященный микроконтроллерному комплекту Arduino.
http://www.microchip.com – оф. сайт фирмы производителя Microchip
http://radio-stv.ru – подборка радиолюбительских статей, схем и программ.
http://www.power-e.ru/ - сайт журнала «Силовая электроника». Статьи по проблемам проектирования и применения современной преобразовательной техники в различных отраслях промышленности.
http://www.mitsubishielectric.com - технические данные по силовым транзисторам, тиристорам и диодам. Примеры построения силовых частей преобразователей.
http://www.avagotech.com – технические данные по оптоэлектронным приборам, оптопарам и драйверам.
http://www.atmel.com/ru/ru/ - технические данные по микроконтроллерам фирмы Atmel.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС[1]
2. Пакет офисных приложений LibreOffice[2]
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Adobe Reader - Бесплатное средство просмотра файлов PDF. Бесплатно после принятия лицензионного соглашения на ПО Adobe
5. MathCad 14 - Интегрированная система решения математических, инженерно- технических и научных задач
6. Arduino IDE – открытая среда разработки ПО под микроконтроллерный комплекст Arduino/ Режим доступа https://www.arduino.cc/en/Main/Software.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практического типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

[1] Для Рабочих станций в редакции «Стандартная» или ОС Astra Linux (для кафедры КБиМОИС)

2 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «Автоматизированные системы управления», оснащенная лабораторными микропроцессорными комплектами на микроконтроллерах Atmel (Arduino), и компьютерный класс.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.